


BIBLIOTECA PROVINCIALE
Armadio
Palchetto
Num.° d' ordine

LE MONDE PRIMITIF

DE

LA SUISSE

Genève. — Imprimerie Ramboz et Schuchardt.



LE

MONDE PRIMITIF

DE

LA SUISSE

PAR

LE Dr OSWALD HEER
DIRECTEUR DU JARDIN BOTANIQUE ET PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ ET AU POLYTECHNICUM DE ZURICH

TRADUIT DE L'ALLEMAND

PAR

ISAAC DEMOLE







GENÈVE ET BALE
H. GEORG, LIBRAIRE-ÉDITEUR
1872

AVANT-PROPOS

L'ouvrage dont je présente aujourd'hui la traduction au public a paru depuis quelques années à Zurich.

L'accueil qu'il a reçu soit en Suisse soit à l'étranger et plus encore le charme du livre lui-même m'ont engagé à l'introduire dans la littérature française.

Quoique pour une bonne part conforme à l'édition allemande, cette édition française a été corrigée et considérablement augmentée par l'auteur. De nombreuses figures ont été ajoutées à celles de l'original, et rien n'a été négligé pour mettre cette traduction au niveau actuel de la science.

Qu'il me soit permis de témoigner ici ma reconnaissance à M. Heer pour la bienveillance que j'ai toujours rencontrée chez lui et pour l'inépuisable complaisance qu'il a mise à revoir et à compléter ce travail.

LE TRADUCTEUR.

Veytaux, Décembre 1871.

PRÉFACE

Une expérience de tous les jours nous apprend que les individus naissent et meurent. Il en est tout autrement des espèces : aussi loin que remonte l'histoire de l'homme, elles sont demeurées identiques et paraissent aussi anciennes que la terre. Cependant les plantes et les animaux que renferment les roches nous font voir qu'en réalité il n'en est pas ainsi. Ces restes nous permettent d'affirmer que dans le cours des âges les espèces de même que les individus apparurent et disparurent ; seulement leur apparition et leur extinction ont demandé un temps beaucoup plus considérable.

Il suit de là que la physionomie de la terre est soumise à de perpétuels changements et que l'état actuel de sa surface est le résultat d'un développement infiniment prolongé. Cependant, la croûte terrestre, qui semble s'opposer aux changements des siècles, nous apparaît comme le produit d'un seul jet, lorsque du haut de nos cimes élevées nous contemplons l'ensemble majestueux de nos montagnes. Nous y voyons comme un monument éternel de la grandeur et de la puissance du Créateur. Mais, nous ne tardons pas à reconnaître aux éboulements de rochers et aux torrents qui se précipitent en cascades le long des fentes que les montagnes aussi obéissent à la même loi de transformation.

Notre vie est si courte que nous ne pouvons voir de nos yeux qu'une faible partie des modifications qui s'opèrent incessamment.

Mais nous avous le pouvoir d'agrandir notre champ visuel de telle sorte que ce qui s'est passé il y a des milliers d'années dans la nature et dans la vie de l'homme se déroule de nouveau aux yeux de notre esprit. Par la pensée nous pénétrons infiniment au delà du monde visible et nous embrassons le passé ainsi que l'avenir; c'est par là que l'homme manifeste sa nature immortelle.

A mesure que notre vue s'étend, une foule de questions s'imposent à nous, qui se lient de près à notre nature intime et à nos pensées.

Comment les objets qui nous entourent ont-ils pris naissance? Comment se sont formées les montagnes et les vallées qui prêtent à notre pays un charme si particulier? Comment se sont produites les plantes aux formes infinies et qu'embellissent une multitude de fleurs aux aspects si variés que l'imagination la plus riche peut à peine les concevoir? Comment le monde animal s'est-il développé à travers les âges comme il le fait aujourd'hui sur le théâtre de la vie avec une si prodigieuse richesse de formes? Tout cela n'est-il qu'un jeu de l'aveugle hasard? Ces plantes et ces animaux ne sont-ils dus qu'à une action chimique? ou bien y a-t-il dans l'appel à l'existence de toutes ces choses un but déterminé, ainsi qu'un plan supérieur, où se révèlent les pensées d'un Dieu plein de sagesse et de puissance.

On peut se demander de plus si les êtres organiques ont pris naissance partout où nous les rencontrons, ou si, provenant d'un point central, ils se sont répandus graduellement sur la terre? leur area est-elle le résultat d'un long développement accompli durant des milliers de siècles? Les êtres animés actuels se trouvent-ils dans une certaine relation avec ceux des périodes précédentes, et toutes les créatures forment-elles un tout harmonique dans lequel se reflètent des lois générales et éternelles?

Ces questions et mille autres se présentent à nous aussitôt que nous commençons à réfléchir sur la formation du monde qui nous entoure et sur la place que l'homme y occupe. Ce sont là, par con-

séquent, des problèmes qu'on cherchera à résoudre aussi longtemps qu'il y aura des penseurs sur la terre. Mais il était réservé à notre siècle d'en demander la solution à la terre même, notre mère, qui peut seule sur plusieurs de ces questions nous fournir les données nécessaires.

Quant à nous, Suisses, nous avons le privilége d'habiter une contrée qui, malgré ses étroites limites, renferme les documents les plus importants de l'histoire de la terre. Mais pour les lire, il nous faut apprendre la langue dans laquelle ils sont écrits.

Le D[r] Scherz raconte que les voyageurs de l'expédition de la *Novarra* rencontrèrent une bibliothèque dans une hutte de Saint-Paul; mais aucun habitant de cette île lointaine ne pouvait lire ces livres et nul ne soupçonnait quels riches trésors d'instruction cachait cette hutte abandonnée. Nous possédons dans notre nature suisse un moyen d'instruction infiniment plus élevé et plus précieux. Mais, comme la bibliothèque pour les insulaires de Saint-Paul, il demeure inaccessible à tous ceux qui n'en ont pas la clef. Ils seront captivés sans doute par le charme merveilleux répandu sur notre monde des Alpes, mais ils se contentent de ces fugitives impressions, ils ne contemplent que la belle reliure et la tranche dorée du livre; son contenu leur reste étranger et ils n'ont pas même un pressentiment des grands et profonds secrets qu'il renferme, ni des jouissances réservées à notre esprit lorsque ces secrets nous sont expliqués et que l'histoire admirable de notre pays et de notre nature nous est ainsi révélée.

Dans les pages qui suivent, j'ai essayé d'interroger ce livre et d'en interpréter l'écriture. Je ne veux pas cacher que l'étude de cette langue demande quelques efforts; celui donc qui prend cet ouvrage avec l'idée d'y trouver un délassement facile se trompe lourdement.

Pour me servir d'une autre image, j'ai écarté, il est vrai, l'échafaudage nécessaire à l'édifice de la science, pour montrer, autant qu'il m'a été possible, cet édifice dans toute sa splendeur.

Mais les fondements doivent demeurer debout, autrement nous n'aurions que des tableaux de fantaisie propres sans doute à exciter notre imagination mais non pas à donner fidèlement à notre esprit d'exactes notions de la nature.

Nous devons en conséquence ne pas nous borner à des discussions générales, mais étudier avec soin les plantes et les animaux des différentes époques géologiques, si nous voulons parvenir à l'intelligence des grandes questions qui se rattachent à l'histoire de la nature. J'ai, par conséquent, décrit suffisamment le monde organique des différentes époques telles que nos roches en ont gardé l'empreinte. Mais, de même qu'on ne saurait écrire l'histoire de la Suisse sans jeter un coup d'œil sur l'histoire générale du monde, de même nous ne pouvons comprendre l'histoire géologique de notre pays sans avoir pris connaissance du développement général de la nature. C'est pourquoi nous devrons toujours, en parlant de notre territoire, examiner l'aspect et la constitution des autres parties du globe.

Après avoir ainsi établi une base solide, selon nous, nous pourrons aborder les questions générales dont le résultat final trouve son expression dans les paroles du grand poète * :

« Et il est un Dieu; il vit une volonté sainte, quelle que soit l'in-« constance du vouloir humain. Bien au-dessus du temps et de l'espace, « s'exerce vivante la pensée suprême; et quand tout circule dans un éter-« nel changement, dans ce changement persiste un esprit immuable**. »

* Und ein Gott ist, ein heiliger Wille lebt,
Wie auch der menschliche wanke
Hoch über der Zeit und dem Raume schwebt,
Lebendig der höchste Gedanke;
Und ob alles in ewigem Wechsel kreist,
Es beharret im Wechsel ein ruhiger Geist!

SCHILLER, *Die Worte des Glaubens.*
Ier vol., Poésies.

** Trad. Ad. Regnier, 1868.



TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE I

Le terrain carbonifère en Suisse.

Pages

CHAPITRE II

Formation du sel en Suisse.

CHAPITRE III

Schambelen dans le canton d'Argovie et le Lias en Suisse.

CHAPITRE IV

La mer jurassique.

CHAPITRE V

L'époque crétacée et la formation éocène en Suisse.

Pages

CHAPITRE VI

Les ardoisières glaronnaises.

CHAPITRE VII

La mollasse de la Suisse.

CHAPITRE VIII

La flore de la mollasse.

CHAPITRE IX

La faune mollassique.

CHAPITRE X

Description de quelques localités miocènes.

CHAPITRE XI

Le climat du pays mollassique.

CHAPITRE XIV

Coup d'œil rétrospectif.

CHAPITRE XV

Considérations générales sur le développement et la transformation de la nature en Suisse.

CHAPITRE I

LE TERRAIN CARBONIFÈRE EN SUISSE

Ce terrain forme une île qui occupe l'ouest et le sud du canton du Valais. — Flore générale de ces gisements. — Les Sigillaires, Lepidodendron, Calamites, Annulaires, Sphénophylles, Fougères. — Ensemble des caractères de cette flore qui se composait de plantes Cryptogames peu variées. — Tranquillité des forêts. — Grande distribution géographique des végétaux transformés en charbon, s'étendant jusqu'à l'extrême nord. — La petitesse des semences favorable à la propagation. — Climat de l'époque carbonifère. — La flore houillère a produit la houille et l'anthracite. Comment ces charbons se sont formés. — Explication des dépôts de lignite par la flottaison des bois. — Ce cas est rare. — Les lignites, les charbons feuilletés et la houille tirent presque toujours leur origine de la tourbe. — Comment la tourbe se produit et s'accroît. — Tourbières élevées et basses; leur origine. — Explication de la formation de la tourbe dans les lacs, fournie par les constructions sous-lacustres. — Origine des charbons feuilletés et leur formation par les plantes de la tourbe. — Origine du lignite, de la houille et de l'anthracite. — Les agents de la formation de la houille. — Les masses de carbone. — Extension du terrain carbonifère. — Durée de la période houillère. — Destruction de la flore carbonifère et préparation d'une nouvelle distribution pendant la période permienne. — Formation du sernifit et de riches dépôts de minerai de cuivre.

L'histoire géologique du globe se lit tout entière dans les montagnes de notre pays. Sur les cimes presque inaccessibles, dans les abîmes les plus profonds, dans les gisements de rochers les plus tourmentés et dans la variété infinie des montagnes de toutes sortes, nous voyons se succéder les puissantes révolutions qui ont bouleversé la terre. Chez les plantes et les animaux sans nombre dont les restes gisent encore dans l'intérieur des rochers, nous admirons des périodes fécondes en

tranquilles développements. Là, nous voyons la nature dans un sauvage désordre, les montagnes déchirées, les rochers brisés. Ici, au contraire, la terre calmée se couvre d'une riche végétation où vivent en paix les faunes les plus variées.

Nos Alpes ne présentent plus à notre esprit simplement un spectacle dont l'enchantement est indescriptible, mais elles se révèlent à nous comme un temple de la nature où sont conservés les admirables trésors de mondes qui ne sont plus. Nous essayerons de pénétrer dans ce temple, afin d'interroger les merveilles dont il est orné, et de faire défiler devant nos yeux les époques les plus importantes de l'histoire de notre terre. Le Valais nous apparaît comme le plus bas et le plus ancien étage de ce temple dont la Dent de Morcles et celle du Midi, semblables à deux pyramides gigantesques, représentent le parvis et l'entrée.

Si nous pénétrons dans le Valais par la partie supérieure du lac de Genève, ces deux géants aux formes imposantes s'offrent à nos regards comme les gardiens du monde des Alpes à l'horizon infini; entre eux se perd la vallée supérieure, pleine de mystère.

Le pied de ces montagnes renferme lui-même dans ses masses rocheuses les restes organiques les plus anciens de notre pays; ils appartiennent à l'époque carbonifère. Les plus forts gisements de cette formation se trouvent, l'un près du hameau d'Erbignon, et l'autre à Outre-Rhône, sur le versant sud de la Dent de Morcles. Là on rencontre dans un grès dur les restes de l'abondante végétation qui couvrait le pays dans ces temps reculés. La substance même des végétaux est à la vérité détruite, mais leur place est occupée par une légère couche de talc jaune-blanc à reflets argentés. Les formes et les nervures de ces plantes sont si bien conservées qu'elles semblent peintes en argent sur un fond plus sombre.

Vis-à-vis, sur la rive gauche du Rhône, nous observons la même formation; seulement, ici, la roche est une ardoise au grain très-fin; les plantes s'y détachent en relief d'argent sur un fond noir et luisant. On trouve de semblables empreintes dans les ardoises de Vernayaz près de la belle cascade de Pissevache, plus haut au col de Balme, à Valor-

cine, et plus au sud, c'est-à-dire au nord-ouest du village de Tour aux Posettes.

Si nous parcourons le bassin de l'Arve, nous rencontrons plusieurs gisements riches en plantes analogues, par exemple, près du Mont-du-Fer sur le versant ouest du Bréveut, près de Servoz sur la rive gauche de la Dioza, près de Moide sur la rive droite de ce ruisseau, et plus loin près de Taninge dans la vallée du Giffre, qui se jette non loin de Thiez dans l'Arve. Dans le bassin de l'Isère nous trouvons ces ardoises d'anthracite avec la même flore; ainsi à Colombe en Épulan, dans le fond de la vallée de Haute-Luce, au versant sud de Jolimont, près de Lamure, et à Petit-Cœur, près de Moutiers.

Comme on le voit, une large bande de ce terrain carbonifère, partant du bas Valais et se dirigeant vers le sud-ouest, aboutit au Dauphiné en traversant la Savoie. On peut suivre également au loin ces gisements du côté de l'est. La puissante masse de montagnes qui s'étend à gauche au côté sud de la vallée du Rhône appartient en grande partie à la même formation, mais jusqu'ici l'exploitation seule d'Établon a fourni quelques empreintes de plantes, quoique plusieurs autres localités possèdent des couches d'anthracite, telles sont : Tennen près de Turtmann (Tourtemagne), Rechy, Grone, Bramois (près de Sion), Chandoline, Baar (entre Aproz et Rendaz), Aproz, Haute-Rendaz, Isérable, Laos (Entremont), Mont de Planard (Entremont-Ferret), exploitation de Chautagne et de Commère (Liddes), et le Col de la Fenêtre. L'anthracite est une transformation de la houille qui peut être employée comme combustible. Quatre seulement des gisements qui précèdent sont exploités : Grone, Chandoline, Aproz et Bramois; ce dernier a été abandonné depuis quelques années. Dans le reste de la Suisse on ne trouve quelques traces du terrain houiller qu'en un très-petit nombre de localités, au Tittlis dans l'Engelberg, et sur le versant nord du Tödi, à une grande hauteur.

Dans la direction des Alpes il faut aller dans le Tyrol et jusqu'à la Stangalp en Styrie, pour rencontrer de nouveau un terrain anthracitifère tel qu'il existe en Valais, et renfermant, comme ce dernier, une

flore caractéristique. Le domaine houiller de la Suisse forme donc une île qui comprend les parties sud et ouest du Valais et s'étend de là jusque dans le Dauphiné; quelques îlots apparaissent à l'ouest du côté d'Engelberg et du canton de Glaris.

Quant au reste de la Suisse, jusqu'à ce jour aucun indice n'y révèle d'autres terrains carbonifères. Dans le nord et en plat pays, le charbon, s'il y en avait, reposerait à une très-grande profondeur; et dans les endroits les plus propices, de Rheinfeld à Bâle, par exemple, il faudrait creuser environ 1800 pieds pour arriver à un gisement houiller, si toutefois il en existe.

Tout le domaine anthracitifère émergeait certainement, car on n'y rencontre que des plantes terrestres, et aucun animal marin. Les dépôts ont dû se former dans l'eau douce, comme les houilles de Westphalie, dans lesquelles on a découvert de nombreux animaux d'eau douce (Unio, Anodonte et Planorbis).

Il est probable que l'ensemble des roches cristallines qui composent le noyau des Alpes centrales, émergeait aussi à cette époque. Cette île avait, par conséquent, un circuit considérable; mais dans ces âges reculés de la terre, les Alpes, qui séparent maintenant l'Europe méridionale de l'Europe moyenne, ne formaient probablement qu'un pays plat et marécageux.

Le domaine anthracitifère était couvert de plantes dont nous retrouvons les débris dans les roches. Ces restes attestent, sans contredit, que les végétaux de cette île appartenaient à la remarquable flore qui occupait toute la terre ferme au temps de la formation houillère.

Il m'est parvenu, jusqu'à présent, 46 espèces de plantes provenant des roches d'anthracite du Valais, des vallées et du bassin de l'Arve; de ce nombre, 36 sont communes à la flore houillère du reste de l'Europe, et 24 à celle du nord de l'Amérique. Sept espèces sont spéciales à notre pays et 3 autres ont été trouvées également dans les gisements d'anthracite de la Tarentaise. Si nous y joignons, en les considérant comme nôtres, les espèces de l'anthracite de l'Isère, nous arrivons à un total de

64 espèces, dont 51 spéciales aux houillères proprement dites, et 13 appartenant exclusivement à notre pays. Aucune de ces plantes ne se retrouve dans les flores postérieures à la flore houillère. Elles sont, en grande partie, composées d'espèces qui étaient répandues alors sur tout le territoire houiller, et dont 26 espèces se rencontrent dans l'Amérique du Nord. Si peu riche en espèces que soit notre flore houillère, elle renferme cependant les principaux types des végétaux de ces temps-là.

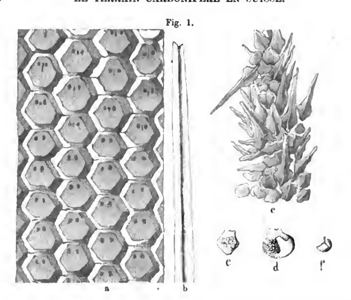
Examinons maintenant de plus près cette flore, afin de nous faire une idée exacte de la végétation qui ornait notre île.

Sur les 46 espèces de notre flore, 30 appartiennent aux Fougères, 5 aux Lycopodiacées, 7 aux Équisétacées et 4 aux Phanérogames. Elles étaient donc presque toutes Cryptogames, produisant des semences microscopiques appelées spores et contenues dans des fruits capsulaires. Les essences d'arbres qui forment actuellement nos forêts, manquaient complétement; néanmoins, il y avait alors des végétaux ligneux dont quelques-uns atteignaient une taille considérable; mais, à l'exception des Fougères, ils appartenaient à des familles aujourd'hui petites et herbacées; elles sont à peine capables de nous donner une idée exacte de ce que devaient être les forêts qui ont concouru à la formation de la houille. Ce sont les Lycopodiacées et les Équisétacées.

Notre île possédait deux types principaux de la première de ces familles, que l'on a désignés sous le nom de Sigillaire et de Lepidodendron. La plupart des Sigillaires avaient le tronc en forme de fût de colonne, ordinairement sans ramification et parcouru, dans le sens de la longueur, par de nombreux sillons. Deux de ces sillons embrassent une côte sur laquelle se voient de grandes cicatrices rangées en lignes et formant un dessin régulier, ce qui donnait sans doute au tronc une apparence gracieuse. Ces arbres doivent leur nom de Sigillaires à ces cicatrices qui se présentent en relief sous forme de disque, et rappellent une empreinte de cachet.

Au milieu de la cicatrice on remarque 2 petites verrucosités en manière de croissant entre lesquelles on en distingue une troisième plus

Fig. 1.



a. **Sigillaria Dournaisii** de Valorcine; b. feuille de Sigillaria d'Outre-Rhône; c. épi frugifère de Sigillaria (d'après Goldenberg); d, e. spores; f spore fortement grossi.

petite. Elles indiquent les points d'où partaient les faisceaux fibro-vasculaires qui s'étendaient dans la feuille. Le sommet arrondi des troncs non ramifiés était occupé par de longues feuilles raides et aciculaires (fig. 1 b) qui devaient donner à ces arbres l'aspect de balais. Près du sol les troncs prennent fréquemment une forme quadrangulaire, et se divisent en plusieurs grosses racines qui se bifurquent et s'allongent jusqu'à 30 pieds. Ces racines, couvertes de longues fibres cylindriques très-fournies, laissaient à la souche, en se détachant, une cicatrice circulaire. Méconnaissant autrefois la nature de ces racines, on les avait séparées des Sigillaires, et on les avait appelées Stigmaires, en prenant ces fibres pour des feuilles; cette méprise dura jusqu'au jour où on reconnut la relation qui existait entre elles et le tronc. Celui-ci, dans beaucoup d'arbres, était très-bas, trapu, ramassé, et couvrait de vastes étendues sous cette forme que nous nommerons forme stigmarienne (par opposition à la forme sigillaire sous laquelle nous rangerons les mêmes

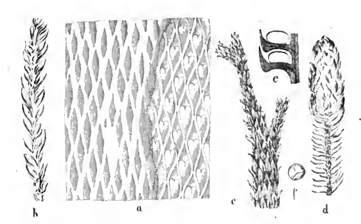
arbres parvenus à leur plein développement). On trouve quelquefois des gisements entiers de houille de Stigmaires sans un seul tronc de Sigillaire, ce qui permet de croire que, dans certaines circonstances, ces végétaux ont vécu ainsi pendant une longue période, comme cela arrive à plusieurs Cryptogames et Palmiers de nos jours. On peut admettre que, tant que les Sigillaires furent environnées d'eau, leur tronc présenta cette forme stigmarienne, mais que plus tard, quand les Stigmaires purent prendre pied, grâce à un dépôt de limon, ces végétaux poussèrent de hautes tiges. Les fruits des Sigillaires, formés d'une petite capsule, se trouvent à la base élargie des bractées (fig. 1 d, section d'un de ces fruits avec les graines). Plusieurs de ces capsules réunies autour d'un axe commun forment un cône (fig. 1 c). Les petites graines ont été quelquefois conservées et se trouvent en quantité considérable dans ces capsules (fig. 1 c fortement grossie).

Deux espèces seulement de Sigillaires ont été observées dans nos contrées. L'une (Sigillaria Dournaisii Br. fig. 1) a été découverte dans un bloc erratique au-dessus de Valorcine. Les cicatrices disposées en lignes sont tellement rapprochées les unes des autres qu'elles se touchent, et que les feuilles durent former au sommet du tronc des touffes très-fournies; quant à l'autre espèce, on n'en a trouvé jusqu'ici que les racines, appelées auparavant Stigmaria ficoïdes. Cette dernière, une des plus répandues en Europe et en Amérique, a beaucoup contribué sous sa forme stigmarienne à la production des houillères. Dans notre pays ces végétaux sont rares; on en rencontre seulement du côté de Taninge; cette rareté expliquerait peut-être l'exiguïté de nos gisements d'anthracite.

Les Lepidodendron (fig. 2) sont aussi étrangers que les Sigillaires à la flore actuelle; comme chez celles-ci l'écorce a une apparence élégante; on dirait qu'ils ont été recouverts d'écailles régulières, serrées, de forme rhomboïdale, elliptique ou hexagonale.

Il faut considérer ces écailles comme les coussinets des feuilles, et la verrue rhomboïdale qui se trouve tantôt au milieu, tantôt à la partie supérieure, comme le point d'attache.


Fig. 2.



Lepidodendron Veltheimianum Sternb. a morceau de tronc d'Outre-Rhône, écorcé sur la partie gauche ; b. rameau jeune ; c. rameau plus âgé, d. cône ; e. deux capsules frugifères placées à l'aisselle des bractées écussonnées et à base élargie, grossies ; f. spore fortement grossi.

De ces cicatrices partaient des feuilles longues, raides, droites et rangées en faisceaux sur les rameaux. A l'extrémité du rameau se trouve un épi formé par de nombreuses bractées écussonnées qui étaient placées horizontalement (fig. 2 c) par rapport à l'axe, et portaient à leur base des fruits renfermant de nombreux petits spores (fig. 2 f). Le tronc des Lepidodendron était bifurqué, et atteignait une grosseur et une hauteur considérables; on connaît des troncs qui ont 12 pieds de circonférence et plus de 100 de hauteur.

Ces arbres ont vécu dans notre île pendant l'époque qui nous occupe, ainsi que le prouvent quelques morceaux de troncs et de branches trouvés à Outre-Rhône (fig. 2 a) et au Col de Balme. Ils appartiennent au Lepidodendron Veltheimianum Stb., qui était très-répandu dans les terrains carbonifères inférieurs dont il constitue un des principaux éléments. Cet arbre avait un tronc élevé, fortement ramifié, dont les branches grêles et longues (fig. 2 b) portaient de courtes feuilles serrées les unes contre les autres. L'écorce était couverte de cicatrices allongées et elliptiques (fig. 2 a); au-dessous de ces cicatrices, le tronc était recou-

vert de nombreuses verrues allongées; c'est pourquoi les morceaux de troncs dépouillés de leur écorce avaient une tout autre apparence. Les fruits se trouvent renfermés dans un cône petit et ovale (fig. 2 d d'après Geinitz).

De même que les Lycopodiacées, qui rampent dans nos bois, ne sont que des descendants nains des Lepidodendron de l'époque houillère, de même les Équisétacées d'aujourd'hui ne sont que des neveux rabougris des anciens Calamites, arbres d'une hauteur considérable. Ils avaient, comme nos Prêles, des troncs articulés et des branches verticillées, mais au lieu des gaînes qui entourent nos Prêles, ces Calamites possédaient des verticilles de feuilles étroites, qui se retrouvent en grand nombre au milieu de leurs rameaux minces et longs. Les fruits ne sont pas placés à l'extrémité du tronc, mais fixés sur les rameaux en épis longs et souvent minces (fig. 5b). Les troncs articulés et striés longitudinalement, la disposition des branches, et la forme verticillée des rameaux et des feuilles de ces arbres devaient présenter un aspect tout particulier.

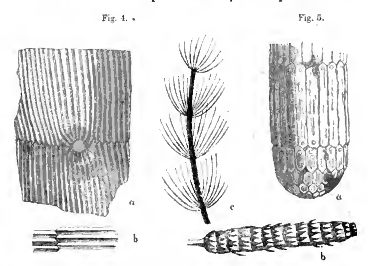


Fig. 4 a. **Calamites Cistii** Br. d'Erbignon, $1/2$ gr. nat.; b. quelques côtes, gr. nat.; c. morceau de rameau avec ses feuilles (Asterophyllites equisetiformis olim). — Fig. 5 a. **Calamites Suckowii** Br. Base du tronc (d'apr. Brongniart); b. épi frugifère.

J'ai reçu jusqu'à présent deux espèces de Calamites provenant d'Erbignon, d'Établon, du Col de Balme, de Servoz et de Taninge : le Calamites Suckowii (fig. 5) et le C. Cistii Br. (fig. 4). Ce morceau de tronc, provenant d'Erbignon, nous montre fort bien le caractère de cette dernière espèce chez laquelle les côtes du tronc sont plus étroites, et parcourues par une ligne saillante. La cicatrice de l'articulation indique la place où se trouvait une branche. C'était sur cette branche seulement que prenaient naissance les rameaux minces et garnis de feuilles verticillées (fig. 4 c); j'ai reçu de Mont-du-Fer des rameaux semblables d'une longueur considérable. Pendant l'époque houillère, les Calamites de l'une et de l'autre espèce étaient répandus sur toute la surface de l'Europe et de l'Amérique, et se retrouvent en masses compactes. Ils occupaient probablement les bas-fonds marécageux. A côté de ces deux espèces fort connues, on rencontre encore à Taninge le Calamites Saussurii Hr. qui se distingue par ses petits faisceaux de feuilles et ses épis longs et minces (Pl. I, fig. 9*).

Les Calamites sont de grandes Prêles arborescentes; mais ce type de plantes était aussi représenté à l'époque carbonifère par des formes herbacées, qui se séparent complétement des formes actuelles, et sont connues sous les noms d'Annulaires et de Sphénophylles. Elles ont aussi des tiges articulées, mais minces et herbacées, des feuilles verticillées qui, chez les Sphénophylles (fig. 8), sont cunéiformes, et le plus souvent dentées sur leur bord extérieur; par contre, elles ne sont jamais dentées chez les Annulaires, et se soudent à la base en forme d'anneau (fig. 7 b).

Les fruits sont placés dans de longs épis à l'aisselle des feuilles, et se composent de petites capsules rondes; comme les rameaux sont disposés par paires, et que les feuilles se trouvent dans le même plan, il est probable que ces végétaux ont vécu dans l'eau, ce qui leur a donné cette disposition étalée; du reste, leur tige longue et mince n'aurait pu s'élever perpendiculairement.

* Il faut probablement y rapporter l'Asterophyllites delicatulus Sternb. sp.

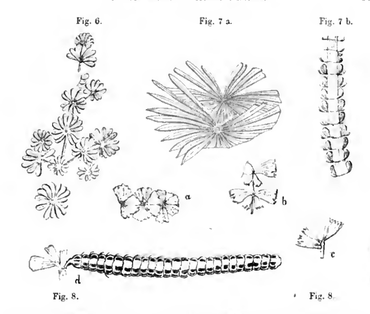


Fig. 6. **Annularia brevifolia** Br. (A. sphenophylloides Zenkr.) de Petit-Cœur. — Fig. 7 a. **Annularia longifolia** Br. d'Erbignon ; b. épis frugifères (d'après Germar). — Fig. 8. **Sphenophyllum Schlottheimii** Br. a, b, c. d'Erbignon; d. epis frugifères (d'après Germar).

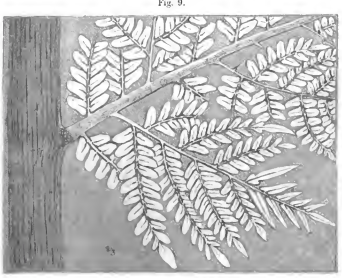
L'Annularia brevifolia Br. (fig. 6) appartient aux espèces les plus répandues dans les gisements d'anthracite; elle se distingue par son feuillage élégant et étoilé. L'Annularia longifolia Br. (fig. 7) n'est pas rare non plus, par exemple, à Erbignon et en Tarentaise. Elle avait probablement plusieurs pieds de longueur, des tiges très-ramifiées et des rosettes de feuilles étroites donnant naissance à de longs épis (fig. 7 b).

On trouve côte à côte, mais en petite quantité, à Erbignon, Outre-Rhône et dans la Tarentaise quelques restes (fig. 8) du Sphenophyllum Schlottheimii Br. avec les variétés : S. Saxifragæfolium et dentatum Br. On en a découvert en Allemagne de beaux échantillons avec fruits (fig. 8 d). Ces Annulaires et ces Sphénophylles appartiennent aux plus élégants végétaux de la flore houillère ; les trois espèces mentionnées ci-dessus se retrouvent aussi dans les charbons allemands et américains.

Les taillis et les herbes des forêts houillères étaient très-probablement composés de Fougères qui forment le principal contingent de leur flore. Plusieurs de ces végétaux avaient une forme herbacée et délicate, par exemple, les Sphénoptères à feuillage délié, Sph. tridactylites Br., Sph. irregularis Stbg. (Pl. I, fig. 4), Sph. acutiloba Stbg. (Pl. I, fig. 5) et plusieurs espèces de Pecopteris, tandis que d'autres, comme la plus grande partie des genres Neuroptère et Odontoptère, doivent être probablement rangés parmi les Fougères arborescentes.

La Fougère dominante à Erbignon, à Posettes et à Mont-du-Fer, près de Servoz est la Neuropteris flexuosa Stbg. (fig. 9), qui est la plante la plus commune de notre domaine houiller. Il est à remarquer que c'est également une des plantes les plus répandues dans la flore houillère américaine, et qu'elle a été fréquemment observée en Allemagne et en Angleterre; elle a des feuilles d'une grandeur considérable. D'un rachis commun d'un pouce d'épaisseur partent de grandes branches qui portent, sur des rameaux latéraux, de longues feuilles couvertes de pinnules serrées,

Fig. 9.



Neuropteris flexuosa Stbg.

ainsi que le montre la fig. 9 que j'ai reconstruite avec de nombreux morceaux trouvés à Servoz ($^2/_3$ gr. nat.). La Planche I, fig. 3 donne un de ces rameaux, isolé, de grandeur naturelle, provenant d'Erbignon.

Les pinnules latérales sont le plus souvent serrées, et se recouvrent par leurs bords; leur largeur est très-variable ainsi que la forme et la grandeur des pinnules terminales; mais les pinnules sont toujours arrondies et inéquilatérales à leur base; leur partie inférieure est auriculée. La nervure médiane partant de la base de la pinnule se subdivise bientôt en fines nervures latérales. Les fruits se trouvent sur le revers des feuilles et forment de petites verrues ovales qui s'étendent en 2 rangées le long de la nervure médiane (Pl. I, fig. 3 b).

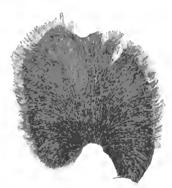
Nos gisements houillers ont fourni de plus 9 espèces de Neuroptères appartenant presque toutes aussi à l'Amérique du Nord; ce genre a dû être, par conséquent, très-répandu dans la flore houillère. Plusieurs de ces Neuroptères sont très-voisins de l'espèce précédente, le Neuropteris gigantea Stbg., et le N. Leberti Hr. (fig. 10) d'Erbignon et de Mont-du-Fer, tandis que d'autres s'en écartent par leurs pinnules arrondies et beaucoup plus petites, par exemple, le N. Loshii Br. et le gracieux N. microphylla Br. La Pl. I, fig. 3 représente seulement l'extrémité d'une fronde de ce dernier provenant d'Erbignon.

Fig. 10.



Neuropteris Leberti Hr.
de Mont-du-Fer.

Fig. 11.



Cyclopteris lacerata Hr.
de Mont-du-Fer.

Les Cycloptères ont beaucoup d'analogie avec les Neuroptères; mais chez eux les feuilles sont palminerves et on ne distingue aucune nervure médiane. Une des plus grandes espèces de ce genre est le Cyclopteris auriculata dont les feuilles, doublement pennées et les pinnules obtuses et arrondies (Pl. I, fig. 6), sont tantôt rondes (Pl. I, fig. 6 b), tantôt d'un ovale allongé et d'une grandeur remarquable (Pl. I, fig. 6 a). Cette espèce a été déjà récueillie par Th. de Saussure à Taninge où, dernièrement, on en a retrouvé plusieurs exemplaires; elle était très-répandue dans la flore houillère. Par contre, le Cyclopteris frangé (fig. 11), d'Erbignon et de Servoz, est une des rares espèces qui paraissent être particulières à l'anthracite. Ce fait est d'un grand intérêt, parce que jusqu'ici on avait cru que les Cycloptères à feuilles frangées appartenaient exclusivement au domaine houiller de l'Amérique. La feuille est réniforme, sillonnée de nervures longitudinales nombreuses et serrées, et ornée sur son contour d'une frange délicate.

Les Neuroptères ont pour proches voisins les Odontoptères, dont une espèce (Od. Brardii) possède des feuilles admirables qui ont jusqu'à 3 pieds de longueur. Ces longues feuilles avec leurs pinnules profondément découpées et sillonnées de nervures longitudinales (Pl. I, fig. 1) forment sur le minerai d'Outre-Rhône, du Col de Balme et de Petit-Cœur, de magnifiques dessins blanc d'argent. Nous avons de cette dernière localité et d'Erbignon des échantillons d'une seconde espèce, O. alpina Stbg., découverte pour la première fois sur la Stangalp en Styrie; elle se trouve aussi à Petit-Cœur, en Saxe, et dans les anthracites de Pensylvanie.

Les espèces de Fougères que nous avons nommées jusqu'à présent, n'ont pas de représentant dans la flore actuelle, et appartiennent à des genres éteints. Par contre, les espèces de Pécoptères qu'on observe dans les gisements houillers nous rappellent plusieurs Cyathées, Fougères arborescentes qui sont particulières aux tropiques; ce sont principalement les Pecopteris cyathea Schlotth. et arborescens Schlotth. sp. (Pl. I, fig. 7 et 8) qui sont fréquents au Col de Balme, et comptent au

nombre des plantes les plus répandues dans les terrains houillers de l'ancien et du nouveau monde. Ces Pécoptères étaient probablement formés d'un tronc de haute taille, orné à son sommet d'une gracieuse couronne de feuilles tripennatifides. La Pl. I, fig. 7 représente un petit morceau de pinne latérale avec deux feuilles qui, elles-mêmes, portent leurs pinnules; plusieurs de ces pinnes étaient réunies autour d'un rachis; et un grand nombre de ces rachis formaient une grande fronde. C'est ainsi que devaient se présenter ces Fougères arborescentes que nous avons cherché à reproduire au centre de notre dessin; il représente idéalement le paysage de cette époque.

Le Pecopteris Lamuriana (fig. 12) a une grande analogie avec le pré-

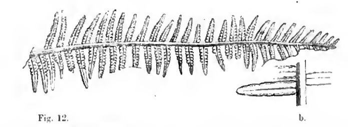


Fig. 12. b.

Pecopteris Lamuriana Hr. de Lamure; b. morceau de feuille avec les spores, grossi.

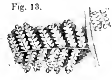


Fig. 13.

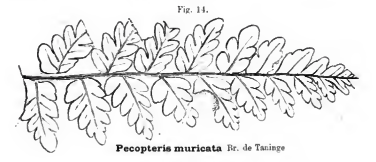
Pecopteris dentata Br. de Taninge.

cédent; c'est une belle espèce qui se trouve fréquemment à Lamure, et qui se distingue par ses pinnes d'une longueur peu commune et délicatement découpées. La fig. 13 représente un petit morceau ayant appartenu à une grande fronde du Pecopteris dentata Br.; il avait un feuillage très-gracieux et d'une découpure admirable. On a trouvé récemment à Erbignon de superbes frondes de cette espèce, indiquant qu'elle appartenait aux formes arborescentes. Les rachis des frondes ont une épaisseur de 5 à 6 centimètres; ces dernières sont tripennifides, et les pinnes ont une longueur considérable.

A côté de ces Fougères à fines dentelures notre flore houillère présentait aussi des formes de feuillage à pinnules larges, qui rappellent plu-

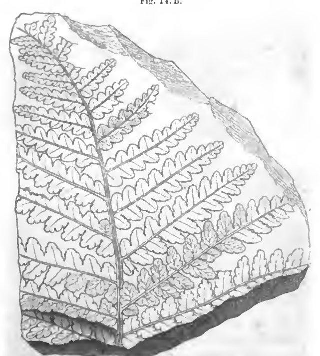
sieurs Polypodes des tropiques, par exemple, le Pecopteris muricata Br. dont la fig. 14 donne une partie de fronde.

Fig. 14.



Pecopteris muricata Br. de Taninge

Fig. 14. B.



Pecopteris Pluckenetii Schl. Sp. du grand Châble.

La fig. 14 B. représente seulement un petit morceau d'une superbe fronde du Pecopteris Pluckenetii Sch. sp. Elle montre l'extrémité d'une des pinnes latérales qui étaient insérées en assez grand nombre sur un rachis commun. Cette espèce forme sur les pierres feuilletées au Grand-Châble (Outre-Rhône en Valais) de belles empreintes argentées et brillantes qu'on rencontre fréquemment aussi dans les houillères allemandes et françaises.

Je n'ajouterai à ces végétaux cryptogames que 4 espèces appartenant, selon toute vraisemblance, aux Phanérogames; ils s'éloignent tellement de tous les types connus, que leur place est restée douteuse.

L'espèce la plus répandue appartient probablement aux Cycadées, et forme avec les Nœggerathia un groupe particulier précurseur des Phanérogames gymnospermes. Cette espèce, sous le nom de Cordaites borassifolia, a été dédiée à l'éminent naturaliste Corda qui disparut, il y a 15 ans, dans un voyage de découverte en Amérique sans laisser aucune trace. Assez commune à Erbignon, Outre-Rhône, Servoz, Taninge et dans la Tarentaise, elle forme sur les pierres de larges rubans argentés et finement striés (fig. 16 a). Les longues feuilles dont la base entoure la tige en forme de gaîne, se réunissent en couronne au sommet. Cet

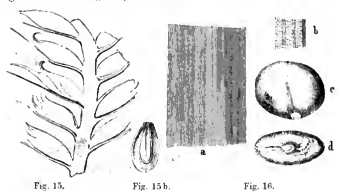


Fig. 15. **Antholithes Favrei** Hr. de Posettes.

Fig. 15 b. **Rhapdocarpos Candollianus** Hr. de Taninge.

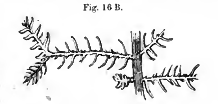
Fig. 16. **Cordaites borassifolia** Stbg.
a. morceau de feuille de Taninge;
b. morceau de la même, grossi;
c, d. semence du C. principalis Gr. (d'après Geinitz).

aspect rappelle celui de l'arbre du Dragon, et des Yuccacées de notre époque; notre paysage les représente sous la forme d'arbrisseaux à larges feuilles.

Les graines (fig. 16 c, d) d'une espèce voisine C. principalis sont arrondies, d'une grosseur considérable et rappellent celle des Cycadées.

La fig. 15 b représente un fruit trouvé à Taninge: Rhabdocarpos Candollianus Hr., qui doit avoir appartenu à un arbre de la même famille, probablement à une Nœggerathia. Les Conifères sont représentés par une Walchia, genre dont le port général rappelle celui des Araucaria.

Fig. 16 B.



Walchia piniformis Stbg. var.? de Posettes.

Une inflorescence provenant de Posettes (fig. 15) indique une organisation supérieure, et probablement une plante monocotylédone. Les fleurs sont disposées en épis, et placées à l'aisselle des bractées aciculaires. On dirait un calice lobé en segments recourbés.

Cette inflorescence, ainsi qu'une autre analogue, trouvée dans les charbons anglais: l'Antholithes Pitcairnia Lindl., rappelle les Pitcairnia de l'Amérique tropicale qui vivent en epiphytes sur les arbres.

En comparant les flores des diverses localités que nous avons mentionnées, on est surpris de voir que les végétaux, enfouis dans la bande de terrain qui va depuis le Bas-Valais jusqu'à Petit-Cœur près de Moutiers, se ressemblent tous pour l'apparence extérieure; on retrouve partout les mêmes espèces qui ont vécu, soit dans l'eau, soit dans les terrains marécageux (Annulaires, Sphenophylles et Calamites). Peut-être y avait-il à cette époque dans ces parages un lac dont les eaux étaient occupées par des Annulaires et des Sphenophylles, tandis que les bords marécageux étaient tapissés de Fougères, surtout de Neuroptères et de Pecoptères. Dans le Valais et à Chamounix les premiers ont dominé; dans la Tarentaise, plutôt les seconds; quant à la flore de Taninge, elle diffère considérablement des autres. Nous y trouvons en abondance la


Riou & Jeker

Sphenopteris acutiloba, les grands segments des feuilles étalées munies de pinnules larges et lobées de la Pecopteris muricata (fig. 14), et le Neuroptère auriculé. Cette flore se relie cependant par 9 espèces à celle de l'anthracite, par 14 espèces à la flore houillère et appartient indubitablement au monde végétal de l'époque qui nous occupe.

Si nous réunissons les plantes houillères découvertes chez nous, et dont nous venons de faire la description détaillée, il ne nous sera pas difficile de nous représenter les forêts de ces temps reculés; le dessin ci-joint viendra en aide à notre imagination. Nous avons essayé d'y reproduire les principaux types de la flore houillère. Les Fougères, à gauche, au premier plan, sont les Odontopteris Brardii, l'arbre à branches ramifiées, et inclinées le Lepidodendron (Sagenaria) Veltheimianum. Les petits arbres à tronc bas, avec une grande couronne de feuilles le Cordaites borassifolia; en face, le Pecopteris cyathea; à l'angle droit, un groupe de Calamites, et quelques Sigillaires. Dans l'eau nagent les feuilles étoilées des Annulaires, et une jeune Sigillaire (Stigmaria). Cette planche donne seulement des arbres cryptogames dont l'écorce avait une élégance particulière. Ils n'étaient pas plus grands que les arbres de nos forêts; mais comme ils appartiennent à des familles qui, actuellement, ne comptent que des herbes, cette flore a un cachet qui ne nous est pas familier. Les Sapins, et les arbres feuillus dont se composent nos forêts actuelles, manquaient à cette époque; mais les Lycopodiacées, les Fougères et les Equisetacées, qui se cachent maintenant sous l'ombre des bois, dressaient alors fièrement leurs troncs gigantesques, et balançaient leur feuillage dans les airs. Le terrain était humide, fangeux, et recouvert d'eau par place. C'est dans ce milieu que les Annulaires et les Sphenophylles développaient leur merveilleux feuillage, et que les formes Stigmariennes des Sigillaires étendaient sur l'eau les réseaux inextricables de leurs racines longues et infiniment ramifiées; elles formaient des tapis qui, peu à peu, devinrent le rendez-vous des Calamites, et de nombreuses Fougères.

Cette végétation devait être luxuriante mais très-uniforme, car, com-

parée à celle de nos jours, elle se composait d'un nombre restreint de plantes auxquelles manquait le charme des fleurs, tandis que maintenant nous jouissons non-seulement de la variété merveilleuse des formes, mais encore de l'abondance des couleurs.

Si l'on se transporte par l'imagination dans ces vastes solitudes primitives, on est saisi d'un sentiment indéfinissable en présence de l'invariable monotonie des formes. D'un autre côté, l'absence totale de fleurs et d'animaux supérieurs, devait contribuer à jeter sur la nature un voile d'universelle tristesse; pas un seul oiseau n'égayait la forêt, dont les profondeurs n'étaient visitées par aucun mammifère. L'air embrasé était rempli de vapeurs suffocantes s'échappant du sol, et le silence de la nature n'était troublé que par le bruit de la pluie, le fracas et les sifflements du vent à travers les arbres! La terre était probablement encore couverte d'épaisses nuées provenant de la haute température du sol qui réduisait en vapeur beaucoup plus d'eau qu'aujourd'hui; le climat de la terre ne dépendait pas seulement du soleil, mais bien aussi de la chaleur même du globe. Cette hypothèse est confirmée par la présence des mêmes formes de plantes jusqu'à l'extrême nord.

Les naturalistes suédois Nordenskioeld et Malmgren ont découvert, pendant l'été de 1868, à Bären-Insel (74°,30 lat. nord), dans les houilles et les roches immédiates, 18 espèces de plantes dont 15 sont identiques à celles des couches les plus inférieures des gisements carbonifères. Cette ancienne flore houillère de Bären-Insel a des caractères identiques à ceux de la flore des Vosges et de la Forêt-Noire. Ce sont d'abondants Lepidodendron (surtout le L. Veltheimianum), des Knorria et des Calamites (C. radiatus Brgn.). A l'ombre de ces arbres vivaient des Fougères à grandes feuilles (Cardiopteris frondosa et polymorpha). La flore des îles Parry paraît avoir eu le même aspect; on y a découvert de nombreux gisements de charbon, et parmi les quelques végétaux qu'on y a constatés, se trouve la Knorria acicularis de l'île Melville (Baie de Bridport 75° lat. nord); elle a été signalée aussi à Bären-Insel, et se rencontre dans les houilles de Silésie.

La faune marine arctique a le même caractère. Ce sont de nombreuses espèces de Mollusques provenant de la mer de l'époque houillère de la zone arctique, et qui se rencontrent dans la même formation en Europe; quelques-unes même ont été trouvées dans les tropiques. Ainsi on a recueilli le Spirifer Keilhavii Buch à Bären-Insel, au Spitzberg, dans le Nord-Albert-Land, à Petschora, et ailleurs dans l'Inde; le Productus costatus Sow. au Spitzberg, en Russie, en Angleterre, dans le nord de l'Amérique, dans l'Inde et en Australie; le Productus Humboldtii Orb. au Spitzberg, en Russie et dans le sud de l'Amérique. Il en est de même du Productus sulcatus qui a été observé à Melville-Insel, à 76° lat. nord, et du Spirifer cristatus Schloth. trouvé au Spitzberg, et qui a une vaste area. Outre ces Mollusques, le Spitzberg fournit des Coraux qu'on rencontre à Klaas Billen Bay (78°,40 lat. nord) dans de grands blocs de calcaire.

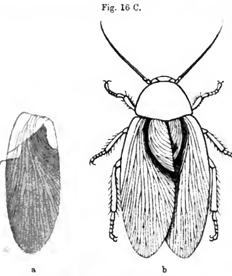
Tout cela nous prouve qu'alors la chaleur prépondérante sur la terre n'était pas comme aujourd'hui celle du soleil.

La zone polaire devait donc jouir d'une température bien plus élevée qu'actuellement, et la présence des mêmes espèces sous les latitudes de 40° à 76° nord permet de conclure qu'il y avait une grande égalité dans la température du globe. D'autre part, le caractère universel de la flore houillère revèle un sol marécageux, et une atmosphère chargée de vapeurs; or, c'est seulement dans les parages humides des tropiques que se rencontrent aujourd'hui des formes de végétaux qui s'en rapprochent.

Il est à observer que les Fougères et les Lycopodiacées de nos jours croissent le plus souvent sous l'ombre épaisse des forêts, et qu'elles demandent bien moins que les Phanérogames l'action directe des rayons du soleil. C'était, sans nul doute, le cas pour leurs ancêtres primitifs; et, comme elles forment la grande majorité des plantes de la flore houillère, nous comprenons qu'elles aient pu vivre et prospérer sous un ciel toujours couvert. Il en est de même pour les quelques Insectes connus de cette époque, car ils sont, pour la plupart, nocturnes, tels que les Termites et les Blattes.

Nos roches carbonifères ont également fourni une espèce de Blattide. Jusqu'à présent c'est le plus ancien animal fossile de la Suisse que l'on connaisse. C'est à Erbignon que j'en ai découvert une aile à côté de restes de feuilles. Cette espèce a la grosseur de la Panchlora Maderæ F. qui n'habite pas seulement Madère, mais aussi l'Afrique, l'Amérique tropicale et l'Inde. Elle se distinguait par de nombreuses et fortes nervures alaires, et par les cloisons transversales des ailes qui sont fines, et très-rapprochées. Elle différait des espèces actuelles par la disposition arquée des nervures anales qui sont dirigées vers le bord intérieur des ailes, et ressemblait aux espèces des roches carbonifères.

Fig. 16 C.



Blattina helvetica Hr. d'Erbignon ; a. aile gr. nat. ; b. l'animal restauré.

Il est très-probable que ces conditions climatériques ont exercé une grande influence sur la distribution géographique des végétaux houillers. Nous avons vu plus haut que presque toutes les espèces découvertes en Suisse se retrouvaient dans le reste de l'Europe ; ainsi la flore européenne entière est reproduite dans notre petite île houillère, et la plupart des grands types y sont représentés, au moins par quelques espèces.

Si l'on se transporte dans les gisements carbonifères de l'Amérique, on y trouve à peu près les mêmes plantes. Ce pays a fourni jusqu'ici 300 espèces de plantes houillères dont la moitié environ se trouve en Europe ; et presque toutes les espèces originales de ce pays sont une reproduction des formes de l'ancien continent. L'explication de ce fait

surprenant n'est pas difficile. La flore générale du globe se composait alors, en grande partie, de végétaux cryptogames dont les graines sont excessivement menues; elles étaient facilement transportées par le vent, et se fixaient partout où elles trouvaient des conditions favorables de vie et de développement. De nos jours on observe le même fait chez les Lichens et les Mousses, ainsi que chez les Fougères et les Prêles, qui ont encore une area très-étendue; beaucoup se rencontrent presque sur toute la terre. Il n'est, du reste, point difficile de croire que, durant la période houillère, des graines de Cryptogames aient été portées par les vents sur toutes les parties du monde, en contribuant ainsi, par leur prodigiense dissémination, à l'extension illimitée des forêts de cette époque, si l'on admet, avec Ehrenberg, que beaucoup de Diatomacées et d'Infusoires ont été transportés par le vent, des contrées tropicales de l'Amérique jusqu'en Allemagne. Ne voit-on pas de nos jours les Champignons de la vigne (Oïdium Tuckeri) et ceux des pommes de terre (Perenospora infestans) se répandre de lieu en lieu à travers les airs dans toute l'Europe, et même jusque dans les îles de la Grèce et de l'Atlantique.

La flore cryptogamique des tourbières américaines est formée des mêmes espèces que celles d'Europe; mais la flore phanérogame de ces tourbières est toute différente, et renferme une grande variété d'espèces. La flore ligneuse des temps houillers était cryptogamique dans les deux hémisphères, et cette conformité, restreinte aujourd'hui aux petits végétaux, comprenait alors les arbres de haute venue, parce que leurs graines microscopiques étaient facilement transportées par le vent; les Phanérogames, au contraire, avaient des graines plus grosses et plus lourdes. La naturalisation de nouveaux arbres rencontrait d'autant moins d'obstacles que le nombre des végétaux, avec lesquels ils devaient se partager le sol, était plus restreint, et que les animaux auxquels ils servaient de pâture, étaient plus rares. Ces conditions étaient aussi, à cette époque, bien plus favorables à leur extension que maintenant.

Cette uniformité dans le monde organique ne se serait cependant pas produite, si elle n'eût pas été favorisée par l'uniformité climatérique du

globe, ce qui prouve qu'alors la distribution zonaire de la chaleur n'existait pas *.

L'époque houillère dura sans doute fort longtemps, car l'énorme extension des végétaux, et leur uniformisation universelle ont dû demander un temps incalculable. L'étude de la transformation des végétaux en houille confirmera cette hypothèse. Examinons avec attention ce curieux phénomène, afin de nous faire une idée exacte de la manière dont ce combustible, qui a pris une si grande importance dans l'économie sociale, s'est formé et s'est maintenu dans les entrailles de la terre.

Lorsqu'on se trouve en présence de l'anthracite du Valais, ou de la houille telle qu'elle nous arrive en si grande quantité de Saarbruck, ou bien encore du lignite tel que celui de Käpfnach, de Hohe-Rhonen, de Rufi près Schännis, de Paudèze près Lausanne et d'autres localités de la Suisse, on est conduit à se poser d'abord cette question : Ces divers charbons appartiennent-ils réellement au règne végétal? En les examinant de près on acquiert la certitude qu'ils sont bien un produit du règne végétal, et il faut une inconcevable ignorance des faits scientifiques** pour soutenir que la houille provient de masses d'huiles minérales qui, tombées sur la terre, auraient formé des ruisseaux, et se seraient rassemblées dans les bas-fonds en s'y déposant par couches.

* R. Ludwig (Études géogoniques et géognostiques au sujet d'un voyage à travers la Russie et l'Oural, p. 102) a conclu de la pauvreté des houilles russes en espèces de plantes, et de la petitesse des Mollusques (Unio) que, pendant l'époque carbonifère, ces contrées devaient avoir eu un climat plus froid que l'Europe, et qu'alors, par conséquent, la division zonaire existait déjà. Les raisons qu'il donne à l'appui ne sont pas concluantes; car jusqu'ici avec combien peu d'attention n'a-t-on pas exploité les charbons russes! et combien les localités de l'Europe ne sont-elles pas diverses au point de vue de la richesse! La petitesse des Unio n'est nullement une indication du climat. D'autre part, Ludwig lui-même a rapporté de l'Oural une quantité de grands Coraux de la formation permienne, qui s'élèvent par leur présence contre l'idée d'un climat froid ou même tempéré, et l'existence des mêmes espèces de Productus, Spirifer et Pecten sur les flancs occidentaux de l'Oural, au Spitzberg, en Saxe et en Angleterre décide en faveur d'une beaucoup plus grande uniformité de climat que de nos jours. — On peut consulter aussi : Geinitz, Dyas, II, p. 315.

** M. G. H. Boutigny, Études sur les corps à l'état sphéroïdal; nouvelle branche de la physique. Traduct. d'Arendt.

Non-seulement les roches intercalées dans les couches de houille renferment des végétaux bien conservés, mais souvent on peut reconnaître la structure des plantes (toujours terrestres) dans le corps même du charbon. La théorie qui veut que les charbons se soient formés au fond de la mer, est donc tout à fait erronée.

La composition chimique du charbon nous démontre qu'il provient d'un amas de plantes qui, avec le temps, ont laissé échapper une bonne partie de leur oxygène et de leur hydrogène, presque complétement dans l'anthracite, et à un degré moindre dans le lignite. La houille, la tourbe et le bois se composent (abstraction faite de parcelles minérales qui y sont mêlées et qu'on retrouve dans les cendres) de 3 éléments, à savoir : l'oxygène, l'hydrogène et le carbone, qui s'y rencontrent dans les proportions suivantes :

	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.
Dans le bois	52.65	5.25	42.10
Dans la tourbe de Katzensee.	56.60	43.40	
Dans le charbon feuilleté	64.16	35.84	
Dans le lignite d'Elgg (canton de Zurich).	67.	4.8	28.2
Dans le lignite d'Herdern (canton de Thurgovie), d'après Pettenkofer	66.41	5.46	28.13
Dans le lignite de Wirtatobel, au-dessus de Bregenz.	73.08	5.03	21.89
(Mélange de 6 schistes carbonifères analysés à Zurich au laboratoire de chimie.)			
Dans les charbons de Käpfnach (canton de Zurich)	71.08	5.03	22.09
Dans la houille de Corbeyre	90.50	5.05	4.40
Dans l'anthracite de Swansea (Wales). .	94.04	3.38	2.58

Autrefois, il était généralement admis que la houille et le lignite provenaient de masses de bois flotté. Les fleuves, disait-on, traversant des pays boisés entraînaient avec eux de grandes quantités de troncs qui

s'accumulaient à leur embouchure, soit dans les lacs, soit dans les mers, et qui étaient bientôt recouverts de limon; la houille aurait été le résultat de la pression toujours plus grande de ces masses s'entassant les unes sur les autres pendant des milliers d'années, et passant ainsi du lignite à la houille.

On cite le delta qui s'est formé à l'embouchure du Mississipi, dans le golfe de Mexico, par l'accumulation successive d'énormes dépôts de troncs d'arbres, couvrant une surface de plusieurs milles carrés, sur quelques toises d'épaisseur.

Dans les lacs et dans les anses voisines des grands cours d'eau, on rencontre aussi de fortes accumulations d'arbres déracinés.

Il est très-vraisemblable que ces amas de bois enfouis durant le cours des siècles, et s'augmentant pendant des centaines et des milliers d'années, ont contribué à la formation du lignite; à cet égard les gisements de lignite de Bovey Tracey, dans le Devonshire au midi de l'Angleterre, que j'ai visités dans l'automne de 1861, sont forts instructifs. Les couches inférieures consistent exclusivement en troncs d'arbres où l'on distingue presque toujours la structure du bois, et les cercles annuels; c'est par place seulement que le bois est transformé en charbon. J'ignore si les plantes marécageuses ont contribué à la formation de ces dépôts. Toutefois les gisements de lignite et de houille ne se sont formés que rarement par flottaison, et je n'en connais pas un seul en Suisse à qui l'on puisse assigner cette origine.

On trouve fréquemment, il est vrai, de minces filons qui se composent évidemment de troncs d'arbres enfouis dans la vase, et carbonifiés; ainsi dans les grès de Bäch et de Bollingen, dans les marnes du lias de Schambelen, dans le keuper du canton de Bâle, etc.; mais nulle part on ne les rencontre en amas de quelque importance.

Toutes nos couches de lignite et d'anthracite, ainsi que toutes les couches un peu considérables de houille doivent avoir une autre origine; l'étendue et l'épaisseur de ces dépôts en sont une preuve.

D'après les calculs d'Unger, un mètre de houille équivaut à 8^{m},76 de

bois; on connaît des gisements qui ont 30 mètres d'épaisseur, ce qui, par conséquent, aurait exigé une hauteur de bois superposés de 263 mètres, c'est-à-dire, une vraie montagne.

Pour un espace restreint, cette hypothèse pourrait se justifier encore; mais on ne peut l'admettre pour les gisements énormes qui s'étendent sur des pays entiers, et pour lesquels il eût fallu des masses de bois inimaginables. Ce qu'il y a de plus frappant encore, c'est la nature des plantes renfermées dans les charbons, et dans les roches qui les entourent. Elles nous révèlent que les tourbières ont été les ateliers où se sont formés les dépôts carbonifiés. C'est par elles que la formation de la houille nous est expliquée de la manière la plus concluante; nous devons donc étudier ces végétaux, si nous voulons avoir des données exactes sur ce procédé grandiose, mais si simple cependant, par lequel la nature a enfoui dans le sein de la terre des provisions immenses de carbone.

Toute vie organique commence par les infiniment petits que nous ne pouvons apprécier à l'œil nu; ces petits êtres se reproduisent continuellement et en quantités énormes. Sur la terre ferme, les Lichens apparaissent d'abord; ils recouvrent les rochers, puis les écorces d'arbres de leurs taches, et de leurs bandes colorées. Ensuite viennent les Mousses qui, délitant les roches dures, préparent le terrain à des végétaux d'un ordre plus élevé. Dans le domaine des eaux, les Algues sont la première manifestation de la vie organique. Elle commence d'une manière bien évidente, dans l'eau parfaitement pure, quand celle-ci est exposée à l'air et au soleil. En effet, elle reçoit les germes de petites plantes et d'animalcules qui ont une faculté inouïe de reproduction, et qui se comptent rapidement par myriades.

Dans les lacs et dans les fossés qui contiennent d'abord de l'eau pure, ces petits animaux ne tardent pas à apparaître, et à mourir, en laissant une substance organique qui se dépose sur le sol.

Les eaux courantes entraînent ces organismes dans les lacs ou dans les étangs, avec un terrain perméable qui, par sa nature même, n'en permet pas l'accumulation. Mais il n'en est pas ainsi dans les endroits

où le fond est imperméable et l'eau stagnante. Cette imperméabilité est due à la présence de petits Mollusques qui vivent dans l'eau. Les coquilles de ces animaux se brisent après leur mort, et produisent peu à peu, avec les dépôts inorganiques des eaux, un limon compacte ou ciment calcaire, qui forme sur le sol une couche gris blanc; c'est une espèce de craie lacustre; à Neuchâtel on l'a nommée *Blanc-Fond*, nom très-juste et que nous emploierons.

Dès que ces coquilles eurent produit au fond de l'eau cette couche imperméable, et qu'elles eurent, en quelque sorte, cimenté le sol, alors commença, dans les eaux stagnantes, le dépôt continu des masses organiques. Telle fut la cause première du développement d'organismes supérieurs. Aux Algues succédèrent les gazons flottants des Mousses qui occupaient l'eau par bancs considérables, et dont les capsules frugifères pouvaient contenir plusieurs millions de graines. Elles devaient donc se propager très-rapidement et, malgré leur petitesse, former de grandes masses de matière organique.

C'est alors que se fit le travail de préparatiou pour les plantes phanérogames qui arrivèrent bientôt. Les Utriculaires apparaissent pourvues de bulles pleines d'eau à l'époque de la floraison; ces bulles, se remplissaut d'air, les plantes montent à la surface et y produisent leurs fleurs élégantes; aussitôt après la floraison les bulles se remplissent de nouveau, mais de liquide, et la plante disparaît pour mûrir ses graines au fond de l'eau.

Viennent aussi les Potamogétées et les Myriophylles qui croissent en compagnie et si abondamment; elles plongeut leurs racines dans le sol, font monter leur tige jusqu'à la surface, afin de pouvoir fleurir à l'air; une fois la fécondation opérée, elles rentrent sous l'eau, tandis que les Nymphéacées étalent leur feuillage, et formeut, avec les Lentilles d'eau, un tapis verdoyant. Les Roseaux s'avancent du bord vers le milieu, et de nombreux Carex, Prêles, Molinies, Joncs, Scirpes, Linaigrettes, forment un entrelacement inextricable de racines qui s'étendent bientôt sur tout l'étang, et en envahissent complétement la surface. Le

développement prodigieux de ces racines dans un terrain bourbeux et marécageux est fort remarquable.

Le Roseau pousse de longs rhizomes ramifiés latéralement, et de ses nœuds partent des faisceaux de racines. Elles forment, petit à petit, un épais matelas dont les fibres compactes couvrent le sol, ainsi qu'on peut le voir de nos jours encore sur le bord des ruisseaux et des rivières dont les talus sont rongés par l'eau; c'est ce que l'on remarque sur les rives de la Thiele entre les lacs de Bienne et de Neuchâtel. La Linaigrette, les Carex et les Molinies entrelacent aussi leurs prodigieux amas de racines, et forment un épais tapis de gazon. C'est ainsi que là où flottaient naguère quelques plantes, il s'est formé un radeau compacte sur lequel sont venues s'acclimater en foule les plantes de la tourbe; les flaques d'eau disparaissent, la végétation a tout envahi.

Le matelas qui recouvre l'eau est fréquemment si mince, que l'homme et les grands animaux qui s'aventurent à sa surface s'embourbent, et enfoncent dans une boue noire; mais si la couche végétale est assez solide pour porter l'homme, elle balance sous ses pieds et laisse pénétrer l'eau. Dans quelques cas plus rares, ces amas de végétaux se séparent du bord, et forment des îles; on en trouve une semblable sur le petit lac de Neunform à la frontière des cantons de Zurich et Thurgovie; elle est tellement solide qu'on peut y aller récolter l'herbe; elle rappelle en petit les îles flottantes du Mexique et du Thibet. La tourbe se forme incessamment par la chute des végétaux morts qui vont s'enfouir dans le limon qui les préserve du contact de l'air; ils se décomposent lentement et transforment petit à petit la boue liquide en un corps solide. La végétation s'accroît sans cesse; les Mousses de la tourbe (Sphagnum) qui se trouvent en quantité considérable, soit dans l'eau, soit sur les racines des grands végétaux, sont ici fort utiles; elles attirent à la surface l'eau bourbeuse du fond, et entretiennent ainsi l'humidité du sol qu'alimentent en outre la rosée et la pluie.

L'épaisseur molle et humide de ces Mousses est le lieu de prédilection du Trèfle d'eau qui étale ses grappes de fleurs frangées de blanc; il a

pour voisins les Oxycoccos et l'Andromède dont les fleurs rouges se détachent avec élégance sur le fond bleuâtre des Mousses. La Rosée du Soleil (Drosera) y manque rarement, et réjouit les yeux par le jeu admirable de ses couleurs variées, produites par les brillantes gouttelettes qui couronnent l'extrémité de ses poils glanduleux rouge brun.

Lorsque le terrain est devenu solide, et que la végétation flottante est suffisamment compacte, nous y voyons pousser des plantes ligneuses, annoncées par l'apparition de la Bruyère (Erica vulgaris), et du Saule rampant (Salix repens). Parmi les arbres, le Bouleau est le premier à se montrer, puis le Pin, puis de grands arbrisseaux tels que le Nerprun (Rhamnus frangula et Rh. catharticus) et les Aunes. Çà et là un Sapin apparaît dans les Mousses, mais il n'y prospère jamais. Les Pins eux-mêmes n'acquièrent pas leur taille ordinaire. Lorsque les arbres atteignent une certaine grosseur et un certain poids, ils s'enfoncent et se transforment en tourbe, ainsi que nous l'avons vu pour la végétation herbacée; comme ces Pins sont facilement renversés par le vent, la tourbe, dans ses couches supérieures, est fréquemment composée de troncs de Pins et de Bouleaux, ce qui augmente la quantité de calorique qu'elle peut donner.

Les marécages des montagnes (près d'Einsiedeln, par exemple, et dans les grands marais de Rothenthurm) sont envahis par le Pin de montagne (Pinus montana uliginosa), qui forme, par endroits, des fourrés impénétrables.

Il résulte de ce qui précède que la tourbe se compose de Mousses, de racines, de débris de plantes marécageuses, de bâches et de plantes arborescentes. Les branches, les racines et les troncs restent intacts et sont encore reconnaissables dans de très-anciennes tourbes, tandis que les parties molles et herbacées se transforment en une espèce de bouillie. Par place, les plantes décomposées forment une substance brune et pâteuse (Dopplerit)* qui, en se desséchant, devient dure et cassante. Cette substance se présente le plus souvent en petits nids ou veines,

* Voy. Prof. Fr. J. Kaufmann sur le Dopplerit, tourbe, charbons, minéraux et substances des houillères.

mais quelquefois aussi en masses plus considérables, comme dans les tourbières de Gonten et d'Oberburgen. Elle donne une tourbe plus compacte et qui produit plus de chaleur.

Aussi longtemps que le matelas végétal qui recouvre le marais n'atteint qu'un faible développement, il s'accroît en étendue; mais lorsqu'avec le temps il s'épaissit, son centre s'élève au-dessus des terrains environnants; *un marais élevé* se forme ainsi et il prend parfois de très-grandes proportions.

Ce marais, élevé ou supérieur, est entretenu par la pluie et la rosée; il pompe l'eau comme une éponge, la retient longtemps et ne la rend que sous forme de vapeur. Il est donc environné d'une atmosphère chargée d'humidité qui fait prospérer la végétation paludéenne.

Les marais qu'on a appelés *marais-bas*, ou *marais-prés*, reçoivent l'eau non-seulement de la rosée et de la pluie, mais encore d'autre part. Ils se forment fréquemment au bord des rivières à cours lent (ainsi que nous le voyons dans le bassin de la Glatt), et sur la rive des lacs.

Le Katzensee qu'on va souvent visiter depuis Zurich, et le lac Pfäffikon, sont entourés de marais bas; chez ce dernier il est facile de reconnaître que l'envahissement progressif de la tourbe en a resserré les bords; à sa sortie du lac (près de Robenhausen) le ruisseau l'Aa forme maintenant un marais de plusieurs poses d'étendue.

L'examen du sous-sol prouve que le marais a empiété sur le lac et que la tourbe recouvre le blanc-fond, décrit plus haut, et formé par les restes innombrables de coquillages lacustres (Bivalves, Univalves, Unio pictorum, Anodonta anatina et Limneus); au-dessus de ce blanc-fond on trouve dispersés çà et là de nombreux restes d'une colonie lacustre.

Les couches, renfermant ces débris, sont couvertes de 5 à 7 pieds de tourbe qui s'est formée postérieurement et qui a repoussé les eaux.

Les nombreux forages, dirigés par M. J. Messikomer dans les gisements de charbon feuilleté de Wetzikon, et dans les grès affleurants de la vallée de l'Aa, permettent d'établir une coupe idéale reproduite par le tableau suivant:

Post-diluvien.	1. Terre végétale, $1 \frac{1}{2}$ pied;
	2. Tourbe, 5 à 7 pieds, traversée en un point par un banc d'argile molle;
	3. Argile molle, $\frac{1}{2}$ à 1 pied;
	4. Débris des habitations lacustres, 1 pied, renfermant des pommes carbonisées, des grains de blé, des tissus, des ustensiles et des armes;
	5. Blanc-fond avec coquillages;
Diluvien.	6. Débris diluviens, 10 à 12 pieds;
	7. Charbon feuilleté, 1 à 5 pieds;
	8. Blanc-fond, $\frac{1}{2}$ pied;
	9. Cailloux roulés;
Miocène.	10. Mollasse;
	11. Lignite et marne;
	12. Mollasse.

Les pilotis des habitations lacustres supportant le plancher de bois sur lequel les huttes étaient construites traversent la couche de blanc-fond; et comme les fruits carbonisés, les graines de plantes usuelles, ainsi que les os d'animaux domestiques que les habitants avaient avec eux, reposent immédiatement sur cette couche, ils sont évidemment tombés avant que la tourbe ait commencé à se former; cependant elle a envahi ces localités pendant qu'elles étaient habitées, car on trouve encore dans la tourbe même, du moins dans les couches inférieures, des débris attestant la présence de l'homme; il semblerait même que la végétation qui l'a formée incommodait les habitants de cet endroit, car on trouve à une certaine place, au milieu de la tourbière, un banc de gravier qui avait été déposé là probablement pour arrêter l'envahissement de la végétation. La formation de la tourbe fut aussi contrariée par l'inondation, comme le prouve un banc d'argile que l'on rencontre au milieu de la tourbe du côté ouest. Il ne s'est pas formé dans cet endroit de marais élevé, quoiqu'on puisse dire avec certitude que le développement de la tourbière a commencé depuis plus de 2,000 ans;

en effet, les habitations lacustres de Robenhausen appartiennent à l'âge de la pierre. Les armes et les ustensiles découverts dans cet endroit sont exclusivement faits de pierre, de corne, d'os et de bois. L'état parfait de conservation de ces objets, ainsi que des fruits qui ne sont pas carbonisés, des Macres (Trapa natans), des cônes de Pin et de Sapin, des Framboises et des Fraises, etc., montrent évidemment la propriété conservatrice de la tourbe; c'est là ce que prouvent aussi les fibres corticales de Lin et de Tilleul et même les feuilles de Hêtre et les fines Mousses demeurées intactes. Cette propriété de la tourbe tient surtout à la présence de l'acide ulmique qui se produit continuellement par la putréfaction des matières végétales, et qui, dans l'eau stagnante, n'étant pas entraîné par les courants peut travailler sans obstacle à la production de la tourbe.

Dans le lac de Pfäffikon comme au Katzensee, ainsi que dans beaucoup d'autres petits lacs de la Suisse, la formation de la tourbe a commencé sous l'eau; il a fallu des centaines, et même des milliers d'années avant qu'elle ait pris assez de consistance pour qu'une végétation forestière ait pu s'y développer. Il est arrivé parfois, comme nous allons le voir, que les forêts ont précédé l'apparition de la tourbe. Lorsque, par hasard, les eaux d'un bois sont arrêtées ou du moins contrariées, elles s'accumulent dans les bas-fonds; aussitôt commence une végétation aquatique, et plus tard apparaît la tourbe; car partout la nature travaille incessamment à transformer de hideux bourbiers en laboratoire de tourbe, et est active à enfouir en terre d'abondantes matières destinées à devenir du charbon. Les tourbières des forêts se forment; les arbres environnants, gênés dans leur croissance, meurent peu à peu, et ne sont pas remplacés par de nouvelles pousses lorsque le vent les a renversés. C'est ainsi que les anciennes forêts se transforment en tourbières où les arbres fournissent les couches inférieures. Mais là encore on retrouve les Mousses et principalement les végétaux marécageux, comme les Roseaux, qui en sont la partie la plus importante.

Si la couche de tourbe acquiert une certaine élévation, les Pins et les

Bouleaux font leur apparition comme dans les marais décrits plus haut. C'est grâce à l'enfouissement des forêts qu'on retrouve dans le fond de quelques tourbières des troncs de Sapins, de Chênes et de Hêtres. Encore ici nous citerons les environs du lac de Pfäffikon.

A un quart d'heure seulement des habitations lacustres de Robenhausen se trouve le marais d'Unterwetzikon qui a été coupé par le chemin de fer depuis quelques années seulement; au-dessous de 9 pieds de tourbe on trouva des troncs d'arbres couchés dans toutes les directions, et dont quelques-uns avaient jusqu'à 80 et 100 pieds de longueur. Là des cônes de Sapins et des Noisettes en bon état de conservation démontraient que ce terrain avait été occupé par une ancienne forêt. Il y en avait une de Sapins probablement, à Wetzikon, à l'époque où un village lacustre se trouvait établi à l'extrémité supérieure du lac. Cette localité aura été transformée en marais tourbeux soit par le débordement de l'Aa, soit par l'irruption du ruisseau le Wildbach.

Résumons les causes principales qui concourent à la formation de la tourbe. En premier lieu, l'eau stagnante qui met les végétaux à l'abri du contact de l'air, et dans laquelle la pourriture se fait très-lentement, de telle sorte que le carbone demeure en grande partie dans le sol. En second lieu, le blanc-fond joue un grand rôle en tapissant le fond des eaux d'une couche imperméable, favorisant ainsi le dépôt régulier des masses organiques. Il se rencontre dans tous les marais tourbeux, chez nous et en Amérique*, et partout il est formé des débris d'animaux aquatiques. En troisième lieu, les acides qui se dégagent par la décomposition des plantes, que les eaux stagnantes conservent; on les nomme acides ulmiques; mais pour qu'ils puissent être efficaces, il ne faut pas

* Voir: Lesquereux, « The paleontological report of Kentucky, » p. 508. Il appelle le blanc-fond: *the white clay of the bottom*, et démontre que le fond des immenses *Swamp* et de leurs tourbières est tapissé de ce même blanc-fond. Il serait composé de Mollusques d'eau douce, d'Infusoires, de Characées et de Conferves. Ces animaux fixèrent par leurs coquilles, et leurs tissus le calcate de chaux et le quartz, si abondamment contenus dans les eaux, et qui, tombant sur le sol après leur mort, y demeurèrent sous forme de fin limon.

que l'eau contienne beaucoup de substances minérales qui pourraient en détruire l'effet en les neutralisant. Il en est rarement ainsi, car les marais élevés ne sont alimentés que par la pluie et la rosée, et ne reçoivent par conséquent que de l'eau pure; quant aux marais bas, dans lesquels la couche végétale, composée de racines de Roseaux et de bâches, forme pour ainsi dire un filtre, il faut que les eaux, soit de source, soit fluviales, traversent premièrement cette couche avant de pénétrer jusqu'à la tourbe. Les matières résineuses peuvent aussi jouer un rôle, quoique secondaire, dans la conservation de la tourbe, surtout si les bois en décomposition appartiennent à des Bouleaux ou à des Pins. En quatrième lieu, il faut que les marais produisent des essences de plantes propres à se transformer en tourbe, c'est-à-dire aptes, lorsque les conditions sont favorables, à absorber les matières gazeuses, à les condenser et à déposer leur carbone par leurs feuilles, leur tige et leurs racines. Ce carbone communique à la tourbe sa force calorique.

Ces conditions indispensables à la formation de la tourbe ont agi de tout temps, et, de nos jours, il s'en forme peu à peu comme dans les siècles passés; seulement dans les tourbières primitives il s'est opéré de grandes transformations, et l'aspect du dépôt a complétement changé.

A un quart d'heure à peine des marais où se trouvaient les habitations lacustres de Wetzikon, il y a un banc de cailloux roulés et d'argile de 10 à 12 pieds d'épaisseur; au-dessous s'étend une ancienne tourbière qui mesure à un endroit 5 pieds de profondeur. A Durnten, à une heure de Wetzikon, sous 30 pieds environ de cailloux roulés et de sable, on rencontre un gisement semblable qui a par place une épaisseur de 12 pieds. A Utznach, on exploite depuis un certain nombre d'années une tourbière plus étendue encore. Cette tourbe, connue sous le nom de charbon feuilleté, est très-employée chez nous comme combustible.

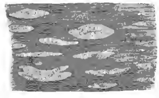
La transformation de la tourbe en charbon feuilleté est facile à expliquer. Lorsqu'on a examiné les gisements de charbon de Durnten, il saute aux yeux qu'ils ne font nullement partie d'une masse homogène.

Le fond se compose d'une argile d'un gris blanc, dans laquelle on reconnaît les coquilles de nombreux Mollusques (Anodonta, Valvata obtusa, V. depressa et Pisidium obliquum); elle remplace ici la couche de blancfond des marais.

A son plus grand développement, le gisement de charbon est divisé en six filons séparés par une matière terreuse, et de teinte foncée. Cette matière, qui n'est d'aucun usage comme combustible, prend à l'air une couleur grisâtre qui lui a valu le nom d'*argent* que lui donnent les ouvriers. Les couches intermédiaires seules sont exploitées.

Dans la couche inférieure, on trouve beaucoup de morceaux de bois et de cônes de Sapin qui manquent ici comme à Utznach dans les couches supérieures; celles-ci sont occupées par des bancs de Mousses comprimées en une masse compacte, et mélangées de Roseaux et de racines. Les Roseaux gisent à la base de cette couche; viennent ensuite des troncs d'arbres placés dans toutes les directions. On distingue encore les racines, l'écorce et le corps ligneux; il est rare d'en trouver d'une grosseur un peu considérable, et il est tellement aplati que le petit diamètre est au grand comme 1 est à 4 ou à 8 (fig. 17).

Fig. 17.



Coupe d'un morceau de charbon feuilleté de Durnten. Très-réduit.

Les cercles annuels sont assez souvent visibles, et il est des troncs où l'on peut en compter jusqu'à cent. Par suite de la pression, ils sont souvent curieusement tourmentés ou fondus ensemble. Ces troncs sont, comme dans la tourbe, entourés d'une masse d'un brun noir; elle provient sans doute de l'organisme putréfié des plantes herbacées, et formait à l'origine une substance pâteuse.

Cette même disposition se retrouve dans chaque couche; mais dans les couches supérieures les troncs d'arbres sont plus rares, les Mousses et les Roseaux dominent.

Cette succession rappelle celle des tourbières, et l'analogie est com-

plète entre le charbon feuilleté et la tourbe quant aux végétaux qu'ils renferment. Les Mousses qui occupent une si grande place dans le charbon feuilleté sont les mêmes que celles des marais tourbeux. L'abondance des Joncs et des Roseaux dont les longs rhizômes noueux et les racines demandent un terrain meuble et très-mou ainsi que les nombreuses graines de Trèfle d'eau renfermées dans les charbons, nous révèlent l'existence d'un ancien marais. En fait d'arbres, on y trouve les Sapins, les Pins et les Bouleaux. Les premiers occupent, comme nous l'avons vu, la couche inférieure, et les deux derniers se retrouvent dans toutes les couches. On rencontre des cônes de Pin avec leur graines, des troncs et des rameaux, mais rarement avec leurs feuilles.

Les troncs de Bouleaux sont en partie recouverts de leur écorce blanche, qui peut encore se dérouler dans les parties où elle est bien conservée. Les Pins et les Bouleaux que nous rencontrons dans les marais tourbeux, ont donc fourni un contingent notable à nos gisements tourbeux.

Les animaux que nous retrouvons dans le charbon feuilleté, ou dans l'argile qui y est mêlée, sont des animaux qui ont vécu primitivement dans les marais, ou qui y sont tombés par accident. Aux premiers appartiennent les Escargots, les Mollusques aquatiques qui gisent dans le blanc-fond, et les Insectes de marais (Donacia) qui, par place, sont tellement nombreux dans le charbon, que leurs élytres fortement colorés en bleu couvrent quelquefois de larges surfaces; ils vivaient sans doute sur les plantes aquatiques comme les Donacia de nos jours. Des Mammifères ont souvent perdu la vie dans les marais; nous en parlerons dans le chapitre XII.

Les charbons feuilletés présentent donc une grande analogie de disposition avec les tourbes. A la base se trouve le blanc-fond; au-dessus, des couches noires et brunes renferment des Mousses de tourbières, des Roseaux et des Joncs, puis des arbres entourés d'une substance homogène provenant de végétaux décomposés, des restes d'animaux ayant vécu, ou étant tombés dans la vase. Entre les couches de charbon nous retrou-

vons les mêmes dépôts argileux que nous avons signalés dans les tourbières envahies par des inondations intermittentes.

La boue déposée par l'eau recouvre les tourbières et interrompt leur développement pour longtemps, jusqu'à ce qu'une nouvelle végétation prenne pied sur l'argile. La seule mais grande différence qui existe entre le charbon feuilleté et les tourbes, c'est que le premier a été soumis à une forte pression. Cette pression a été exercée par les masses énormes de cailloux roulés qui la recouvrirent en y opérant de différentes manières des modifications intérieures. Il est probable que les couches de troncs d'arbres, et les masses tourbeuses étaient encore molles lorsque l'engravement commença ; c'est pourquoi on les trouve pressées et aplaties.

Les Roseaux furent de même si fortement comprimés que nous les retrouvons à l'état de bandes minces comme du papier, et les Mousses en masses compactes.

Les charbons feuilletés sont donc le résultat non de bois flotté et entassé, mais de cette tourbe desséchée et comprimée. Ils reposent toujours au-dessous de bancs de cailloux roulés, mais au-dessus des grès de notre pays. Entre les diverses couches de ces grès on trouve les lignites qui sont situés par conséquent au-dessous du charbon feuilleté, et appartiennent à une époque plus reculée.

Dans le tableau que nous avons donné plus haut (page 32), représentant une coupe de terrain à Wetzikon, les cailloux se trouvent immédiatement après une molasse semblable à celle qui forme les collines de la vallée de l'Aa. On y trouve un faible filon de lignite ainsi qu'à Käpfnach, près d'Horgen, à Hohe-Rhonen, à Rüfi, à Paudèze, etc. On peut encore distinguer dans les charbons de l'étage mollassique les végétaux qui les ont formé ; ainsi j'ai trouvé dans les lignites noirs de Niederutzweil (canton de Saint-Gall) des troncs d'arbres dont on pouvait compter les cercles annuels. A Käpfnach, les morceaux de tronc de Palmier ne sont pas rares. Ordinairement la transformation des végétaux dans le lignite est déjà telle qu'il présente une masse uniforme, brillante, et tout à fait semblable, pour l'apparence, à la houille ordinaire.

Le lignite, de même que le charbon feuilleté, provient de couches de tourbe, ainsi que le prouvent les restes de plantes marécageuses qu'on rencontre dans l'argile dont ce charbon est entouré, comme nous le verrons plus tard.

Le blanc-fond ne manque pas non plus; il apparaît sous forme de filon souvent clair; dans plusieurs endroits (à Käpfnach, par exemple), on discerne encore des restes de Mollusques (Union, Planorbes et Linnées).

La houille proprement dite, qui appartient à une époque infiniment plus reculée, a subi encore plus de transformations; elle est plus comprimée, et la structure des plantes est beaucoup plus altérée et plus difficile à reconnaître. L'oxygène et l'hydrogène y sont moins prédominants, de sorte que le carbone s'y trouve proportionnellement en plus grande abondance, et détermine ainsi sa valeur comme combustible.

La houille, qui ne contient presque plus d'hydrogène et d'oxygène, se nomme Anthracite; ce produit occupe le dernier degré dans la longue échelle des formations carbonifères. La tourbe présente une composition chimique encore semblable de tout point à celle du bois; l'anthracite au contraire en diffère complétement; c'est entre ces deux extrêmes, la tourbe et l'anthracite, que se placent, à leur degré de mérite, le charbon feuilleté, le lignite et la houille proprement dite.

Les distinctions que nous établissons entre ces différents charbons, proviennent surtout de l'âge, c'est-à-dire du plus ou moins de modifications que le cours des siècles a apportées dans la composition de ces végétaux.

La différence des espèces de plantes enfouies, et les conditions extérieures au milieu desquelles les gisements se sont produits, peuvent aussi avoir eu leur influence; l'examen de la tourbe nous confirme dans cette opinion.

Le climat et la flore à l'époque de la formation du charbon feuilleté et de la tourbe étaient à peu près les mêmes qu'aujourd'hui; mais ils étaient bien différents durant la formation du lignite, et plus encore à l'époque houillère.

Le carbone enfoui pendant cette dernière période provenait de plantes tout différentes, et ensevelies dans des conditions tout autres ; nous avons vu plus haut que la flore houillère diffère complétement de la flore actuelle, et que l'ensemble de ses caractères révèle un climat chaud et humide.

On ne voit pas de nos jours de tourbière en voie de formation sous les latitudes tropicales, et l'on en a conclu qu'elles ne se produisaient pas hors des zones froides et tempérées. On rencontre cependant aussi des marais tourbeux dans les zones chaudes, ainsi dans le sud de la Virginie, et le nord de la Caroline, pays qui sont sous la même latitude que Tunis et Alger.

Lesquereux nous a donné sur les marais tourbeux du sud des États-Unis d'intéressants détails, qui montrent que ces marais se sont établis de la même manière que ceux de la Suisse ; il ajoute que, malgré la douceur de l'hiver dans ces pays méridionaux, les couches de tourbe ont jusqu'à 15 pieds de profondeur.

L'absence de tourbières dans les pays tropicaux provient probablement de ce que les chaleurs y étaient tellement violentes qu'elles desséchaient les marais, et empêchaient la tourbe de se former. Dans les climats continuellement humides et chauds, comme en réclamait la flore houillère, les circonstances étaient au contraire très-favorables à la production de la tourbe.

Les Sigillaires à forme de Stigmaires paraissent avoir joué un grand rôle dans les marais tourbeux. Elles étendaient probablement leurs immenses racines ramifiées, et garnies de longues fibres, bien loin sur les eaux et dans le limon, et formaient par leur entrelacement des îles flottantes, comme on en trouve encore aujourd'hui dans tous les lacs des zones chaudes et tempérées. Avec les Sigillaires on rencontre les Calamites dont nos Prêles, leurs descendants pygmées, tapissent de nos jours les forêts humides, et les boues profondes.

Après les Calamites viennent les Lepidodendron et les Fougères arborescentes, qui firent probablement leur apparition dès que le sol se fut

raffermi. Les Stigmaires des houillères d'Europe et d'Amérique, qui se rencontrent dans la couche inférieure, et la composent souvent presque exclusivement, en sont une preuve ; elles jouaient, dans les lacs et les marais des temps houillers, le même rôle que de nos jours la Mousse de la tourbe (Sphagnum); mais c'étaient des végétaux d'une tout autre taille, et leurs racines, qui se développaient sur de vastes étendues d'eau, ont fourni une masse plus considérable de charbon; elles sont un des principaux agents créateurs de ce combustible. Sous le rapport de la production, elles occupent sans contredit le premier rang; et depuis lors aucune plante n'a eu les mêmes propriétés à un aussi haut degré. A cette époque, la majeure partie de la matière combustible que les plantes recueillaient dans l'air à l'état d'acide carbonique, fut enfouie sous terre; et cette quantité est si considérable que l'atmosphère actuelle en contient à peine le dizième de ce que renferment les gisements houillers découverts jusqu'ici.

Lors de la formation carbonifère, l'air contenait donc probablement une quantité d'acide carbonique bien plus considérable que de nos jours*, ce qui favorisait au plus haut degré le développement des végétaux, mais s'opposait en même temps à la vie des animaux terrestres. Ainsi, durant la longue période de la végétation houillère, l'air fut de la sorte purifié et rendu propre à l'existence et au développement des animaux de haute taille, tandis que la terre emmagasinait dans son sein les matières chargées de carbone, qui devaient, quelques millions d'années plus tard, servir de base à l'industrie de bien des peuples.

C'est l'Angleterre qui possède les plus riches gisements houillers de l'Europe; ils ont plus de 200 milles carrés de superficie, et d'après des calculs basés sur les besoins actuels, ils fourniront encore du charbon pour plus de mille ans; et pourtant on en extrait annuellement 1,300 millions de quintaux, dont 140 millions sont exportés (dans les années 1859 et 1860: 13,302,295 tonnes).

* La proportion d'acide carbonique de notre atmosphère est actuellement de 0,0004 à 0,0006; à l'époque carbonifère, d'après G. Bischof, elle devait être de 0,06.

Les houillères du continent, nous l'avons dit, sont moins riches; cependant la Belgique, la Prusse Rhénane (territoire de Saarbruck), la Westphalie, la Silésie, la Saxe, la Bohême et Saint-Étienne, près de Lyon*, possèdent des houillères étendues qui suffiront aux besoins de plusieurs milliers d'années.

L'Amérique du Nord est encore plus riche que l'Europe en houille. D'après Dana, elle possède une superficie de dépôts de houilles de 125,000 milles carrés anglais. La terre ferme avait une assez grande étendue à cette époque, puisque c'est elle et non la mer qui produisait la houille.

Il est fâcheux que dans la répartition d'un trésor de si grande valeur, notre pays se soit trouvé si mal partagé; les anthracites du Valais appartiennent sans aucun doute à cette époque, car ils renferment les mêmes plantes que la houille; mais c'est une maigre compensation, si l'on pense aux richesses houillères que d'autres pays ont eues en partage.

Il est positif cependant qu'à cette époque reculée le groupe central de nos Alpes existait déjà, et qu'il était couvert de végétaux. Mais les roches où se trouvent les restes de ces plantes, ont été bouleversées par les

* La Suisse tire surtout ses houilles des mines de Saarbruck, de St.-Étienne et quelque peu des Vosges (Bonchamp), localités dont les charbons donnent beaucoup de scories et renferment une grande proportion de soufre. La Westphalie nous en fournit aussi (Ruhr). La consommation de ce combustible a beaucoup augmenté pendant ces dernières années, ainsi que l'indique le tableau suivant prenant pour lieux principaux d'importation les deux villes de Bâle et Genève.

	Genève.		Bale.		Total.	
1850.	70,080	quintaux.	145,350	quintaux.	215,430	quintaux.
1852.	87,675	»	237,435	»	325,110	»
1854.	110,350	»	220,975	»	431,325	»
1856.	148,050	»	409,830	»	557,880	»
1858.	388,470	»	702,480	»	1,090,950	»
1860.	750,000	»	1,520,310	»	2,270,970	»
1861.					3,208,035	»
1863.					3,544,650	»
1865.					5,261,130	»
1866.					5,200,740	»
1867.					5,083,170	»

grandes révolutions qui ont changé l'aspect du pays, et elles sont devenues une portion importante des montagnes de notre Suisse. Dans plus d'un endroit, ces roches ont été intercalées entre des formations beaucoup plus récentes, de sorte que des géologues distingués se sont laissé égarer en leur donnant une origine qui n'est pas la leur*. Ces bouleversements eurent lieu à des époques relativement récentes, et quelque considérables que soient les gisements carbonifères de l'époque houillère, on ne peut pas constater chez eux des discordances suffisantes pour en déduire qu'il y eut de grandes révolutions pendant cette période.

Évidemment l'époque de la formation carbonifère fut tranquille, car les végétaux eurent besoin de calme pour absorber et s'assimiler une quantité aussi énorme de carbone, et pour se déposer par couches dans le sol.

Nous n'avons aucune manière certaine d'apprécier la durée de cette période de formation. D'après les calculs qu'on peut établir sur le développement annuel du bois, un acre de forêt produirait annuellement environ 10 quintaux de charbon, qui, répartis sur toute son étendue, ne donneraient qu'une couche fort mince. L'accroissement des tourbières est plus rapide; cependant les données sont si variables qu'il est fort difficile de formuler une estimation d'une certaine exactitude; mais on ne s'écartera pas beaucoup de la vérité en calculant qu'il faut un siècle pour produire 1 pied de tourbe, ou par année 1,44 lignes pied de roi, ce qui donne par acre un poids de 15 quintaux, et dans la suite une couche de carbone de houille de 0,33 lignes. Pour un gisement houiller de 44 pieds de profondeur, comme il y en a en Angleterre, il faudrait une période de 20,000 années environ. Si nous calculons un accroissement double, c'est-à-dire, de 3 lignes par an, nous aurons 10,000 ans, et de 6 lignes, 5000 ans.

Ces chiffres sont basés sur l'accroissement actuel des végétaux; mais

* M. le professeur Favre a traité cette question à fond, et, espérons-le, l'a résolue. Voy. « Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du Mont-Blanc, » III, p. 337 et suivantes.

nous avons vu que l'époque où vécurent ceux de la tourbe leur était probablement plus favorable que la nôtre, parce qu'ils étaient déjà représentés par de grandes essences qui ont rencontré des conditions plus propices, entre autres l'abondance de l'acide carbonique. Il est fort probable que le développement se fit plus rapidement que dans les tourbières actuelles; et dans les calculs, il faut tenir compte de cette probabilité; mais d'autre part, il ne faut pas perdre de vue que les couches de houille, quelque épaisses qu'elles soient, ne représentent qu'une faible partie des masses qui les ont composées. La durée nécessaire à la formation des dépôts des roches qui les entourent (grès, marne et chaux) est bien plus considérable. On évalue dans plusieurs endroits l'épaisseur de ces dépôts à 3000 pieds; et dans nos Alpes nous avons des couches de rochers de l'époque de l'anthracite, qui ont une épaisseur de 6,000 et même de 7,000 pieds. Il est évident que la formation d'une telle masse a dû prendre un nombre incalculable d'années.

L'époque carbonifère, ainsi nommée parce que c'est pendant sa durée que la plus grande partie de la houille s'est déposée en terre, a dû être, comme nous le voyons par ce qui précède, une période de plusieurs milliers d'années, et de tranquille développement. De grandes révolutions l'ont suivie en modifiant presque complétement, du moins par places, la surface de la terre. Cependant ces modifications ont porté moins sur la création organique que sur la nature inorganique. Quoique la flore de l'époque houillère ait été détruite en grande partie, celle du Perm n'en a pas moins avec elle une réelle analogie; et les nouvelles espèces qui parurent, offrirent les mêmes caractères que leurs devancières.

Notre pays ne possède pas de restes de cette époque; mais il est très-probable que quelques-unes des grandes masses rocheuses de notre Suisse appartiennent à la formation permienne. Nous croyons en particulier que le Sernifit* date de cette époque. La couleur rouge de cette

* On n'y a trouvé jusqu'ici aucune pétrification, ce qui rend difficile l'évaluation de son âge. Autrefois le Sernf s'appelait Sernif et la vallée portait le nom de Sernifthal (comme on le voit dans un document de 1240); c'est ce qui m'a conduit à désigner

roche lui a valu le nom de Rothenackerstein. C'est un grès composé de quartz, de gneiss, de schiste argileux, de porphyre, etc., et qui constitue une portion spéciale de nos Alpes entre la vallée de Sernft, le lac de Wallenstadt et la vallée de Setz, et y forme quelques-unes des plus hautes montagnes; ainsi celle du Kärpf (8613 pieds au-dessus de la mer) et le Hausstock (9715 p.). Il se rencontre encore à Davos, ainsi que dans quelques localités de la Suisse occidentale.

Le Sernifit est très-semblable à une roche rouge répandue en Saxe et en Thuringe, où on la nomme Rothliegendes ou Todtliegendes.

Dans ces endroits il a l'apparence d'un grès sombre, schisteux, renfermant du cuivre (Kupferschiefer), des dépôts marneux et du calcaire (Zechstein); tout cela forme un ensemble qu'on appelle formation permienne ou Dyas.

Le Sernifit contient des traces d'argent mêlées au minerai de cuivre. C'est en 1680 qu'on entreprit d'exploiter ce minerai sur la Mürtschenalp dans le canton de Glaris. De 1854 à 1861 cette exploitation a été reprise assez activement. Mais, à cette dernière date les mines furent abandonnées de nouveau, car le rendement ne couvrait pas les frais d'une exploitation difficile, dans un endroit des Alpes aussi inhospitalier*.

sous le nom de Sernifit cette espèce de roche, qui a son plus grand développement dans cette vallée. Le nom italien Verrucano (de Verruca, château en Toscane) qu'on a employé pour désigner notre roche, s'applique à des roches carbonifères.

* Le minerai de cuivre se trouve à la partie supérieure du Sernifit, à côté du calcaire alpin, dans une gangue formée de quartz et de talc de couleur foncée ou grise, et de spath calcaire dolomitique. Le cuivre sulfuré est uni à de l'argent qui se rencontre aussi bien dans le calcaire que dans les roches grises; ici il est ordinairement d'un bleu éclatant qui va jusqu'au noir. D'après les données de l'exploitation, un quintal de minerai produit de $5^1/_2$ à $7^1/_2$ livres de cuivre et de 3/4 à $1^3/_4$ loth d'argent (0^k,11719 à 0^k,27344). Le gisement principal du Tschermannen est à 5400 pieds au-dessus de la mer et à 600 pieds au-dessus du fond de la vallée, à une profondeur d'environ 1 pied. Un second gisement (appelé Erzbett) se rencontre un peu plus loin à l'ouest; au Hochmättli et à la Silberspitze (environ 7000 pieds au-dessus de la mer) on a découvert du cuivre; le minerai renferme 15 livres de cuivre et 2 loths (0^k,31250) d'argent par quintal. Dans d'autres localités de cette contrée (ainsi à Murgthal et sur le flanc est du Schild), le minerai de cuivre se trouve dans un quartz calcaire placé entre le Sernifit et le calcaire alpin. L'exploitation a été menée jusqu'en 1857

C'est dans la formation dont nous parlons que se rencontre la plus grande partie du cuivre exploité. Les mines de cuivre les plus importantes que l'on connaisse en Europe, sont dans la Russie orientale, en Saxe et en Thuringe; dans l'Amérique du Nord le cuivre se trouve principalement aux environs du lac Supérieur. A ce qu'il paraît, le cuivre fut d'abord exploité dans l'île de Chypre (de là son nom de métal de Chypre ou Kupros). Chez les Grecs il fut consacré à Vénus, déesse nationale de Chypre.

L'époque permienne fut évidemment très-favorable à la formation et au dépôt du cuivre, soit que des vapeurs sortant du sein de la terre avec ce métal en suspension en aient saturé les roches, soit que les sels de cuivre dissouts dans l'eau se soient peu à peu précipités et accumulés dans le cours des siècles. Cette dernière hypothèse n'explique cependant pas pourquoi le cuivre s'est déposé dans la terre précisément à cette époque-là.

La grande période houillère se termina par la formation permienne. C'est pendant cette époque que, dans le nord de l'Allemagne, de nombreuses et grandes masses de porphyre sortirent du sein de la terre et couvrirent de vastes étendues. Il se préparait un nouvel ordre de choses que nous étudierons dans le chapitre suivant.

par de nouveaux entrepreneurs; elle atteignait une hauteur de 100 pieds sur une épaisseur de $1^1/_2$ pied; la toise carrée donnait de 80 à 120 quintaux de minerai.

C'est le Dr Simon qui reprit l'exploitation et fonda en 1857 une société par actions au capital d'un million; il donna pendant plusieurs années une direction remarquable, aux travaux sans que malheureusement les résultats vinssent couronner ses efforts. Après y avoir perdu beaucoup d'argent, et le Dr Simon étant mort, il fallut abandonner cette mine sur laquelle on avait fondé de grandes espérances.

CHAPITRE II

FORMATION DU SEL EN SUISSE

Formation du sel. — Dépôt de couches salifères. — Les salines des cantons d'Argovie, de Bâle et de Vaud. — Rendement de nos salines. — Faune des gisements salifères. — Place géologique de nos salines. — Le grès bigarré. — Muschelkalk et Keuper. — La flore du Keuper du canton de Bâle. — Caractère du Trias. — Formations triasiques des Alpes. — Produits du Trias.

Il n'y a guère plus d'un siècle que la houille a acquis une grande importance ; depuis l'emploi de la vapeur, elle est d'un puissant secours pour l'industrie et le commerce. Le sel, par contre, est connu depuis des milliers d'années, et l'homme l'a exploité de tout temps pour les besoins de la vie. C'est donc un des minéraux les plus importants. A l'état de sel gemme, il forme des gisements entiers, et se rencontre en grande quantité dans l'intérieur des montagnes du monde primitif.

En Transylvanie il y a des montagnes salines qui ont plusieurs lieues de longueur, et des parois à pic de plusieurs centaines de pieds d'élévation, entièrement formées de sel gemme. A Cardona, sur le versant sud des Pyrénées, il y a un gisement de sel dont la masse au-dessus du sol s'élève à une hauteur de 80 à 100 mètres. Ces dépôts sont tellement déchirés et déchiquetés par les pluies, qu'avec leurs pyramides, leurs cornes, leurs pointes, leurs fondrières, on dirait d'un glacier ; et la production du sel est tellement abondante que cette mine passe pour inépuisable, quoiqu'on l'exploite depuis des siècles (il en est fait mention dès

l'an 1103). Les chaînes salines au sud et au nord de l'Himalaya présentent des masses de sel plus considérables encore.

A Kallabaugh, la route sur un long parcours est taillée dans des rochers de sel de 100 pieds d'élévation; mais ces masses gigantesques ne sont rien comparées aux montagnes de sel qui entourent le lac de Titicaca, dans les Andes péruviennes; ce lac a une longueur de 218 milles anglais.

Le sel se dissout si aisément dans l'eau qu'il est facile de comprendre que dans le voisinage des montagnes salines il y ait des lacs d'eau salée. L'eau de la mer aussi est salée, quoique les fleuves y amènent constamment de l'eau douce. Le sel marin provient de la combinaison du sodium et du chlore, éléments apportés à la mer, ou qu'elle-même emprunte aux rochers. Il faudrait à ce point de vue considérer la mer comme le producteur du sel. D'autre part, elle peut, en dissolvant le sel contenu dans les roches qu'elle submerge, et grâce à son mouvement continuel, le répartir d'une manière à peu près égale; c'est ce que nous voyons dans les vastes étendues marines qui recouvrent les deux tiers de la superficie du globe*.

L'eau de l'Océan Atlantique contient 3,52% de sel, et 1000 livres d'eau donnent environ 27 livres de sel dit de cuisine (chlorure de sodium). Quelles incroyables montagnes de sel se formeraient si celui qui est en solution dans les mers s'accumulait sur un seul pays!

Partout où l'eau de mer s'évapore, le sel se dépose; c'est pourquoi, sur beaucoup de côtes il est recueilli par évaporation. Nous ne savons pas si tous les dépôts de sel ont eu cette origine, ou si certaines couches se sont produites dans l'intérieur de la terre par d'autres phénomènes; mais pour notre pays la production du sel doit être expliquée par l'évaporation.

Le gisement de sel le plus considérable que nous ayons en Suisse, se

* Forchhammer a étudié 146 sondages fournis par 19 grands voyages dans différentes localités, et il a établi que toutes les eaux marines se composent de muriate de soude, de sulfate de magnésie et de chaux, et de chlorure de potassium et de magnésium.

trouve sur la rive gauche du Rhin, depuis Ryburg (près de Rheinfelden) jusqu'à Bâle. L'analogie de nos roches avec celles de la Souabe, où l'on exploite le sel en grand, fit supposer que notre sol pourrait aussi posséder des gisements salins, et cette hypothèse, fondée sur des recherches géologiques, fut pleinement confirmée.

A Schweizerhall (entre Bâle et Augst) on a découvert en 1836 un gisement de sel de 30 pieds de profondeur environ, d'autres à Rheinfelden en 1844, et à Ryburg en 1847. En 1843, on commença à exploiter une saline à Augst, elle fut abandonnée 3 ans après, lorsqu'en 1864 une nouvelle compagnie par actions reprit les travaux. A Rheinfelden les dépôts doivent avoir plus de 60 pieds d'épaisseur, puisqu'à cette profondeur on n'en a pas encore trouvé le fond. Les gisements sont à 380 pieds et à Schweizerhall à 420 pieds au-dessous du sol.

Les Mollusques trouvés dans les roches calcaires qui avoisinent ces gisements de sel, prouvent qu'ils doivent leur origine à des dépôts marins; de là vient le nom de *Muschelkalk* (calcaire coquillier) donné à ces roches.

Avec le sel on rencontre dans les différents gisements: le gypse et l'anhydrite (sulfate de chaux anhydre naturel), qui sont entourés de muschelkalk et de marne; chez nous on ne peut juger de ces formations que par les sondages, mais dans les exploitations de Salzbourg et à Berchtesgaden, en Bavière, la montagne a été fortement minée; on en peut étudier ainsi l'intérieur et, par analogie, le caractère de nos couches salines.

Pénétrons dans l'exploitation de Berchtesgaden en traversant la couche supérieure qui est de la dolomie, et arrivons à la couche inférieure formée de marne glaiseuse (mélangée de soude muriate native). Cette marne se compose de morceaux d'argile d'un brun noir, et veinés de filons de sel qui, tantôt est engagé dans ces masses noires, tantôt forme des couches compactes, brillantes ou teintes de blanc sale ou de rouge. Çà et là les galeries s'élargissent en de grandes chambres ou cavernes; leur milieu est quelquefois occupé par un petit étang; leurs parois et

leurs voûtes étincellent de myriades de brillants cristaux de sel. C'est ce qu'on appelle les « *chambres salines*, » qui sont une des choses les plus surprenantes des salines, et qui produisent un effet admirable lorsqu'on les visite à la lueur des torches.

Ces chambres sont le résultat de l'exploitation. Lorsque les galeries ont été pratiquées à travers la marne glaiseuse jusqu'aux couches de sel, on y introduit de l'eau; cette eau dissout le sel, et les masses argileuses des couches qui séparaient les galeries superposées s'écroulent; c'est ainsi que se forment les cavernes et les chambres salines; lorsque l'eau est saturée de sel, on la retire et on en extrait ce produit par ébullition. On emploie dans nos salines le procédé suivant, qui dispense de faire des chambres. On pratique un puits dans le banc de sel, on le remplit d'eau qui dissout le minerai. Lorsque l'eau est suffisamment saturée, on la pompe et on la fait évaporer. D'après les renseignements que m'a fournis M. Guntert, directeur des salines de Rheinfelden, on extrait de cette manière annuellement environ 590,000 quintaux de sel, dont 230,000 de Schweizerhall; 70,000 d'Augst; 145,000 de Rheinfelden et 145,000 de Ryburg. Les salines de Bex, dans le canton de Vaud, n'en fournissent actuellement que 25,000 quintaux. Le minerai, entouré de gypse et d'anhydrite, se présente sous forme de veines et de nids dans les failles de la roche calcaire. Ces roches salines (qui contiennent 30 livres de sel par pied cube de minerai) furent découvertes en 1554, et exploitées pendant 150 ans comme fief de l'État de Berne par des fermiers étrangers, et plus tard par le gouvernement lui-même. Depuis 1798, les salines appartiennent au canton de Vaud. — En 1823, elles rendaient 13,400 quintaux, mais depuis, et sous la remarquable administration de leur directeur, Jean de Charpentier, qui prit en mains les travaux, la découverte de nouveaux gisements tripla rapidement les produits de l'exploitation.

Les deux fouilles les plus importantes sont : la mine du Fondement et celle de Bouillet, dont les entrées se trouvent dans la charmante et romantique vallée de Gryon. La première se compose de plusieurs gale-

ries de différentes hauteurs, qui communiquent ensemble. La seconde a une galerie longue et droite de 6,600 pieds d'étendue avec des ronds-points où l'eau mère est recueillie. La roche est attaquée par la mine et réduite en menus morceaux, puis transportée dans de grands réservoirs où le sel qu'elle contient est dissout au moyen de l'eau douce. L'eau (riche en sel de 25 à 26 %) est immédiatement amenée pour la cuite dans des fourneaux (salaigres), qui sont situés à Bévieux.

Il y a quelques années encore Bex produisait jusqu'à 146,000 quintaux de sel ; mais maintenant la production a diminué de moitié environ, et les salaigres de Devens ont été abandonnées. A Bex, de même qu'à Rheinfelden, l'eau salée trouve plusieurs applications thérapeutiques ; on y a construit de vastes et importants établissements de bains.

Ces salines suisses fournissent la plus grande partie du sel consommé dans le pays. — On y importe annuellement environ 155,000 quintaux *, ce qui porte la consommation générale annuelle à 700,000 quintaux. — La Suisse allemande tire le supplément qui lui est nécessaire de Wilhelms-Hall, près de Villingen, en Wurtemberg, et des salines badoises **.

* 70,000 quintaux environ sont exportés de Suisse chaque année.

** D'après les documents officiels fournis par les douanes, voici les chiffres de l'importation en quintaux métriques.

1851 : 151,858 quintaux.	1855 : 172,593 quintaux.	1859 : 131,800 quintaux.
1852 : 152,263 »	1856 : 163,452 »	1860 : 120,926 »
1853 : 171,879 »	1857 : 165,016 »	1861 : 120,183 »
1854 : 162,929 »	1858 : 145,106 »	

Le canton de Zurich a vendu :

1858 :	73,311 quintaux.
1859 :	73,140 »
1860 :	69,871 »

Il a importé :	des Salines suisses,	du Wurtemberg,	de Bade,
en 1858 : 72,880 quintaux.	24,401 quintaux.	42,422 quintaux.	5,056 quintaux.
1859 : 68,063 »	24,182 »	38,889 »	5,012
1860 : 68,485 »	25,162 »	38,295 »	5,027

La consommation approximative annuelle de sel en Suisse se répartit ainsi entre les cantons :

Argovie	55,000 quintaux,	Schwytz	11,000 quintaux.
Appenzell, 2 Rh.	10,000 »	Soleure	30,000 »
Bâle, V. et C.	15,000 »	St.-Gall	35,000 »

Nous avons dit plus haut que ces gisements allemands présentent une analogie de conformation avec ceux de la Suisse septentrionale; on peut en conclure qu'ils ont été déposés à la même époque, et de la même manière.

Le sel du Wurtemberg, dont les couches atteignent de 30 à 50 pieds, est de même nature que le sel marin.

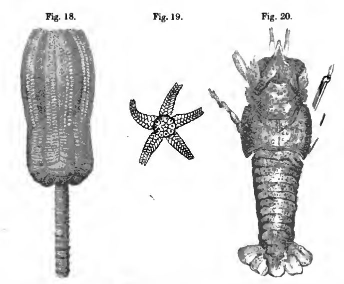
Pendant la formation du sol, il y eut de nombreuses fluctuations marines, et le fait que l'on rencontre des couches de muschelkalk au-dessus de gisements salins indique qu'après l'évaporation de l'eau et la formation des bancs de sel, la mer est revenue sur les endroits desséchés et y a déposé ce calcaire et des glaises. — Les animaux renfermés dans le muschelkalk nous donnent quelques notions sur l'époque de la formation des couches salines. Ils nous apprennent également à connaître la faune marine de ces temps reculés pendant lesquels la mer recouvrait tout notre pays. Nous y rencontrons une grande variété de formes, preuve que la mer n'était pas très-profonde dans ces localités.

Nous trouvons une grande Écrevisse à longue queue (Pemphix Sueurri, fig. 20) qui a été recueillie dans plusieurs endroits (Augst, Rheinfelden, Schwaderloch, etc.). Elle est caractérisée par une caparace tuberculée, profondément sillonnée et par un rostre très-allongé. Ce Crustacé vivant dans le voisinage des côtes et dans les fissures de rochers, et jamais dans les grandes profondeurs, on peut en conclure que la mer, dans ces localités, ne présentait qu'un bas-fond voisin des côtes; nous trouvons encore les Etoiles de mer (Aspidura scutellata Blumb. sp. fig. 19) et le curieux Encrinite ou Lis de mer (Encrinus liliiformis, fig. 18).

Cette espèce appartient à la classe des Échinodermes; mais elle était

Berne	160,000	quintaux	Tessin	20,000	quintaux
Fribourg	40,000	»	Thurgovie	35,000	»
Genève	15,000	»	Unterwald, Ob et Nid	7,000	»
Glaris	7,000	»	Uri	7,000	»
Grisons	24,000	»	Vaud	55,000	»
Lucerne	40,000	»	Valais	23,000	»
Neuchâtel	20,000	»	Zurich	75,000	»
Schaffhouse	10,000	»	Zug	6,000	»

Fig. 18. Fig. 19. Fig. 20.



Encrinus liliiformis. Aspidura scutellata. Pemphix Sueurii $^1/_2$ gr. nat.

fixée au rocher au moyen d'une tige très-longue, articulée et grosse à peine comme le doigt (on a trouvé dans les carrières de Felsenau, sur l'Aar, des tiges d'Encrinite qui avaient jusqu'à 6 pieds de longeur). Au sommet de cette tige se trouve une sorte de calice qui est le corps même de l'animal, et d'où partent les bras (au nombre de 20 au plus, et par paires) réunis ensemble comme en un bouton de fleur. On trouve plus rarement entière la partie supérieure de l'animal que la tige. A Mullingen, au bord de la Reuss, les roches sont remplies des débris de ce Rayonné. Ces animaux vivaient probablement en colonie, et ce devait être un curieux coup d'œil qu'un banc de rocher habité par des familles entières de Lis de mer, avec leurs pieds minces et allongés, s'épanouissant au sommet comme une tulipe, tandis que de cette cupule finement sculptée sortaient les tentacules comme une gerbe de cils déliés.

Pendant que vivait ce genre complétement étranger à notre faune actuelle, de nombreux Mollusques apparaissaient aussi. Ils se rapprochaient beaucoup plus des espèces vivantes, plusieurs appartenaient à

des genres existant encore. (M. Kas. Mösch en a compté 57 rien qu'en Argovie.) Les plus riches dépôts se trouvent à Eiken, près de Schwaderloch, ainsi qu'à Augst, Rheinfelden, Lauffenburg, Etzgen, Felsenau, Strychen et Waldshut.

D'après M. Mösch, les roches qu'on trouve dans le voisinage des moulins d'Etzgen et à Schwaderloch sont formées en grande partie de myriades de coquilles indiquant l'emplacement occupé par les colonies de ces innombrables animaux. Parmi de nombreuses espèces, on distingue la Lima lineata (fig. 21), reconnaissable à ses deux grandes valves en forme de cornes et profondément striées, un Peigne plat et poli (Pecten lævi-

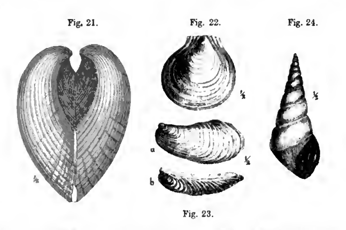


Fig. 21. **Lima lineata** de Bâle, Augst. $^1/_2$ gr. nat. — Fig. 22. **Pecten lævigatus.** — Fig. 23. **Avicula socialis ;** a. vue de côté; b. de dessus. — Fig. 24. **Turbonilla scalata.**

gatus, fig. 22), et une Avicule fort répandue (Avicula socialis, fig. 23). Les Univalves ne sont pas rares, et la plupart appartiennent à des genres qui vivent encore. Ainsi la Turbonille (Turbonilla scalata, fig. 24), plusieurs espèces de Troques et de Natices, et un beau Nautile (Nautilus bidorsatus, fig. 26), dont on a souvent trouvé de grands échantillons qui mesurent jusqu'à 1 pied de diamètre.

L'Ammonite à corne (Ceratites nodosus, fig. 25) est le premier repré-

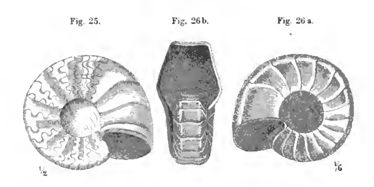


Fig. 25. **Ceratites nodosus.** — Fig. 26. **Nautilus bidorsatus**; a. vue de côté; b. de face.

sentant de la famille des Ammonitides actuellement éteinte. Les Ammonites et les Nautiles appartiennent au groupe des Céphalopodes, qui occupent le premier rang dans la classe des Mollusques, et se font remarquer par la construction cloisonnée de leurs coquilles.

L'animal demeure dans la chambre antérieure et n'est en rapport avec les compartiments qui sont vides que par une ouverture très-étroite pratiquée dans les cloisons. Cette ouverture est occupée par un tube ou syphon musculaire revêtu d'une substance calcaire; ce tube se prolonge jusque dans la première chambre, à laquelle il est soudé. Chez les Ammonites, les cloisons sont toujours traversées par le syphon, au côté dorsal de l'animal, et les bords de ces cloisons dessinent, au point de suture avec la coquille, de nombreux festons et zigzags appelés lobes; tandis que chez les Nautiles, les cloisons sont perforées tantôt du côté dorsal, tantôt du côté ventral, et leurs bords sont ou droits, ou faiblement infléchis. Les Nautiles ne vivent plus maintenant que dans les mers de l'Inde; ils ont une coquille nacrée d'un éclat remarquable. On les rencontre dans les houillères longtemps avant les Ammonites proprement dites, et chez eux comme chez les espèces de notre trias, dans lequel commence en Suisse la famille des Ammonitides, les parois des cloisons ne sont pas encore aussi compliquées que chez les Ammo-

nites proprement dites; elles forment seulement une succession de lobes arrondis.

Ces nombreux Mollusques servaient de nourriture aux Poissons et aux Amphibies dont les remarquables espèces peuplaient la mer.

Les Amphibies se révèlent à nous sous deux formes spéciales fort étranges, et telles qu'il n'en est apparu qu'aux premiers jours de la faune terrestre. On les a nommés Ichthyosaures et Nothosaures. Ils avaient quatre pattes natatoires, destinées par conséquent à une vie aquatique.

Le Nothosaurus mirabilis, dont les restes ont été retrouvés à Schwaderloch, avait un cou allongé et serpentiforme, une tête petite et déliée; la bouche était armée d'une rangée de fortes dents, dont deux grosses canines et cinq incisives. L'Ichthyosaure au contraire avait le cou ramassé, terminé par un museau presqu'en forme de bec, au-dessus duquel s'ouvraient des yeux énormes, entourés d'un remarquable anneau corné. Sa grosse mâchoire, garnie de nombreuses dents semblables à celles du Crocodile, lui permettait de saisir et d'engloutir sa proie; l'organisation de ses yeux lui facilitait la chasse dans les profondeurs obscures des eaux. Par son apparence extérieure et ses pieds en forme de nageoires, il rappelle le Dauphin, et sa tête se rapproche de celle du Gavial (Rhamphostoma). M. K. Mösch a trouvé à Lauffenbourg, à Etzgen et à Schwaderloch des morceaux de peau, des dents et des os de l'Ichthyosaurus atavus Quenst.

Tous ces animaux caractérisent l'époque triasique ou formation saline, qui suit immédiatement l'époque houillère. On peut l'appeler à juste titre époque du sel, parce que la majeure partie des dépôts de sel de l'Europe date de ce temps-là; mais il ne faut pas perdre de vue que la mer a formé des salines dans des temps plus récents, et que maintenant encore ce phénomène se produit; c'est pourquoi la plupart des géologues ont préféré donner à cette époque le nom de trias, qui signifie qu'elle se subdivise en trois sections principales. Le trias se compose non-seulement de muschelkalk, mais aussi de grès et de marne.

Au-dessous des couches de muschelkalk (qui ont parfois jusqu'à 6 et 700 pieds de profondeur) on trouve un grès qui va du brun à l'ocre, et qui a reçu le nom de *Grès bigarré*. Il se rencontre sur le versant nord du Jura, à Rheinfelden, Seckingen et Waldshut, et fournit une excellente pierre à bâtir. La cathédrale de Bâle et plusieurs établissements publics de cette ville ont été construits avec cette roche, extraite des carrières d'Augst et de Rheinfelden.

A Waldshut, ce grès renferme du quartz, et fournit des pierres meulières très-estimées que l'on exporte au loin. Au-dessus du muschelkalk qui affleure dans plusieurs localités du Jura, où le grès bigarré n'apparaît pas, se trouvent des marnes tendres et dures, et le plus souvent des grès verts, qui occupent l'étage superieur du trias et ont reçu le nom de *Keuper* *.

Dans le canton de Bâle ces marnes irisées ont une épaisseur d'environ 400 pieds. A Hämiken il y a une grande carrière qui fournit une pierre de construction dure et fort estimée; elle renferme çà et là des traces de végétaux qui nous donnent quelques indications sur la flore de cette époque.

Les empreintes de plantes sont mieux conservées dans le keuper marneux que dans le grès à gros grains; par exemple à Asp, près de Prattelen, à Moderhalde, au-dessous des pointes de Prattelen, et à Neuenwelt (commune de Mönchenstein), à une demi-heure seulement de St.-Jacques, localité immortalisée par l'héroïsme de nos pères et le sang qu'ils y ont versé.

Les marnes irisées les plus riches en plantes se rencontrent près du Rütihard (à Neuenwelt). C'est là qu'affleure la marne irisée qui forme le lit de la Birse. On distingue par place de minces filons de houille d'un brun noir et abondants en restes végétaux; les feuilles sont si bien conservées qu'elles ont gardé leur souplesse et peuvent être détachées

* A Coburg on appelle keuper ou kœper une étoffe bigarrée ou un tissu carrelé; il est probable qu'on a appliqué le même nom aux pierres bigarrées qui appartiennent au trias, et L. de Buch a donné cette dénomination locale à toute la formation.

de la pierre; sous le microscope on reconnaît leur tissu cellulaire et même les pores respiratoires. La bonne conservation de ces plantes nous permet de nous faire une idée exacte de la flore de cette époque; nous en passerons quelques-unes en revue.

Les marnes irisées du canton de Bâle m'ont fourni jusqu'à présent 25 espèces de plantes, toutes terrestres; d'où l'on peut conclure qu'à cette époque ces localités étaient terre ferme, tandis que pendant la formation du muschelkalk le pays se trouvait au-dessous du niveau de la mer. Il se produisit probablement un relèvement progressif à la suite duquel la mer se dessécha, laissant après elle les dépôts salins.

On ne peut dire au juste quelle étendue avait le pays; cependant on sait positivement que la terre ferme occupait tout le territoire de la Forêt-Noire jusqu'aux environs de Baden-Baden, ainsi que la partie montagneuse des Vosges. Dans ces localités nous avons des montagnes de granit primitif et de quartz micacé, et dans plusieurs endroits, également, des vestiges de la flore houillère et de celle du grès bigarré, comme dans les Vosges et dans la Forêt-Noire.

Le grès bigarré, le muschelkalk, et plus tard le keuper, se groupèrent autour du granit qui forme le cœur de ce pays; il est donc évident que les marnes irisées de la Birse étaient un prolongement de cet ancien continent. J'ai aussi reçu de Passwang (Soleure) et de Stafelegg (Argovie) des plantes de la flore keupérienne, qui, par conséquent, a dû s'étendre jusque-là. En se dirigeant vers le nord on retrouve cette même flore, ainsi que dans une grande partie du Wurtemberg et de la Bavière, et dans plusieurs localités des environs de Stuttgart, Bamberg et Bayreuth. Les espèces de ces gisements sont les mêmes que celles de Bâle, et nous prouvent que tout ce continent possédait la même flore. Sur les 25 espèces dont elle se compose, 16 se rencontrent dans le keuper d'autres localités, et 11 ont été observées dans le Wurtemberg.

Tandis que la flore de la formation permienne a beaucoup d'analogie avec la flore houillère, la flore keupérienne s'en écarte complétement. Non-seulement les espèces sont différentes, mais les formes mêmes des



végétaux qui avaient joué un si grand rôle à l'époque houillère, sont totalement modifiées. C'est en vain que nous chercherions des Lepidodendron, des Asterophylles ou des Sigillaires; la disparition des derniers explique peut-être pourquoi on ne trouve nulle part dans la marne des gisements houillers aussi considérables qu'à l'époque précédente. Ici, ce sont encore, il est vrai, des végétaux acotylédones qui occupent la première place (Cryptogames vasculaires); ils forment plus des deux tiers du nombre total des espèces, et plusieurs genres, tels que les Neuropteris, les Sphenopteris et les Pecopteris ont conservé leur forme; mais tandis que les Lycopodiacées ont perdu de leur importance, les Équisétacées (Prêles) se répandent en formes nombreuses et de haute taille; les Cycadées et avec elles les Phanérogames gymnospermes apparaissent avec des espèces remarquables et spéciales.

Entrons dans cette forêt et étudions les plantes que nous y rencontrons.

La planche ci-contre cherche à reproduire, telle qu'elle se présente à notre esprit, la végétation de cet âge reculé. C'est ainsi, ou à peu près, que nous pouvons nous représenter la campagne des environs de Bâle à l'époque du keuper.

Sur le premier plan, le Clathropteris étale ses feuilles palmées à côté du Pecopteris (P. Meriani) au feuillage pennifide. Les Aetophylles à tiges grêles, et dont les gros épis se pressent les uns contre les autres, dressent ainsi que les Schizoneura verticillés leurs têtes hors de l'eau.

Plus loin, les puissantes Prêles poussent leurs gigantesques colonnes dont la base repose dans une eau peu profonde.

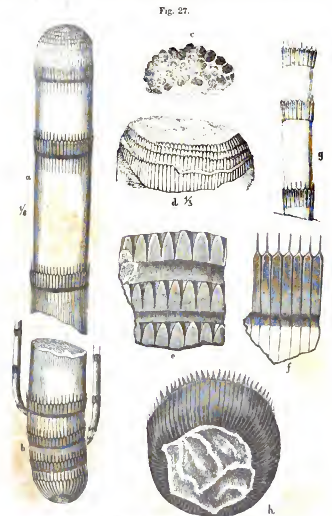
Le rocher de droite donne asile à un jeune Pterophylle (P. Jægeri) entouré du feuillage finement découpé du Pecopteris augusta ; plus haut on aperçoit le Danæopsis marantacea, puis au-dessus viennent les Pterophylles, qui sont dominés eux-mêmes par un immense Danæopsis au feuillage élégant. L'arrière-plan est occupé par les Voltzies à feuilles aciculaires, qui encadrent de loin les montagnes de la Forêt-Noire.

Si nous examinons de plus près la flore keupérienne, nous rencontrons



comme espèces les plus communes et les plus importantes: l'Equisetum arenaceum (Jæg. spec.) et les Pterophylles qui sont très-répandus dans le grès dur de Hämiken, ainsi que dans les charbons glaiseux du Rüti-

Fig. 27.



Equisetum arenaceum Jæg. sp. du canton de Bâle.

hard, de Passwang et des gisements allemands. La fig. 27 nous donne une idée exacte d'un morceau de Prêle gigantesque. Le tronc cylindrique de cet arbre avait de 3 à 5 pouces de diamètre et une hauteur d'une vingtaine de pieds. On en a trouvé des morceaux de 12 pieds de longueur. On peut se la représenter comme une Prêle colossale. Ainsi que ses parentes les petites Prêles actuelles, celle que représente la fig. 27, était articulée et pourvue, à chaque articulation, d'une gaîne étroitement serrée contre le tronc, et parcourue de nombreux sillons terminés par des dents (quelquefois jusqu'à 100); la fig. 27 f, reproduit un morceau de gaîne de grandeur naturelle chez laquelle les dents s'effilent en pointes; en e nous avons un morceau de la tige inférieure dont les dentelures sont plus larges et plus courtes; les extrémités arrondies indiquent que les pointes sont tombées. Les tiges sont tronquées aux deux extrémités et complétement obtuses (fig. 27 d, les deux bouts du tronc sont $^1/_3$ grandeur naturelle, fig. h, la base); les entre-nœuds de la base de la tige sont courts, tandis qu'au milieu du tronc ils présentent un grand développement ($^1/_2$ pied). Les articulations inférieures donnent naissance à des rejetons (fig. 27 g, un rejeton de gr. nat.) redressés, devant entourer plus tard la tige principale privée de rameaux supérieurs. C'est ainsi qu'on peut se représenter ces tiges minces, cylindriques* et finement striées accompagnant la tige principale.

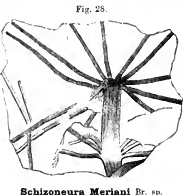
On peut juger, par un spécimen des fruits de ce végétal, découvert à Rütihard, qu'ils étaient identiques, mais plus gros que ceux des Prêles de nos jours. Le cône possède une quantité d'écailles pentagones ou hexagones qui ont sans doute renfermé de nombreux spores. A sa base, le tronc plongeait vraisemblablement dans la vase et portait au loin ses rhizômes, auxquels étaient fixés des tubercules de la grosseur d'un œuf. Chez les Prêles actuelles, nous voyons des tubercules semblables qui

* Dans l'espèce du keuper les tiges sont cylindriques tandis que chez l'Equisetum columnare Br., qui a été quelquefois confondue avec la précédente, elles sont renflées aux articulations; mais, pour la grosseur, la forme et la distribution générale, elles sont parfaitement semblables et on hésite à en faire deux espèces.

servent à la conservation de leur nourriture. Fréquemment la gaîne extérieure supportant les dentelures est tombée, et nous ne retrouvons que la partie inférieure de la tige, beaucoup plus finement et fortement striée.

Outre cette grande Prêle, on voit dans les marnes de Bâle une espèce plus petite (Equisetum Münsteri Stb. g.) dont les gaînes sont fortement dentelées, et les fruits petits et globuleux. Le genre Schizoneura appartient à la même famille; chez le Schizoneura Meriani Br. sp. (fig. 28) espèce keupérienne, nous voyons à chaque nœud un verticille donnant naissance à des feuilles filiformes et raides, que Brongniart a prises à tort pour des rameaux, et qui lui ont fait classer ces plantes dans les Equisetum.

Fig. 28.



Schizoneura Meriani Br. sp.
Moderhalde près Prattelen.

Il est probable que ces végétaux crûrent en des endroits marécageux, en partie aussi dans l'eau, de même que nos Équisétacées, et qu'elles y étaient accompagnées des Aethophylles (Aethophyllum speciosum, Sch.), voisins du Typha actuel. Les feuilles et les fruits de cette espèce se rencontrent dans les grès bigarrés soit d'Alsace, soit de Regoledo sur le lac de Côme; dans le canton de Bâle (Rütihard) on en a découvert seulement des feuilles, mais l'absence de fruits en rend la détermination encore douteuse. Les Pterophylles dominaient dans les forêts keupériennes. La flore européenne actuelle ne possède aucun arbre qui leur ressemble; mais leur analogue se rencontre dans le sud de l'Afrique. Ce sont des espèces de Zamies et de Dions appartenant à la famille des Cycadées, et qu'on peut regarder comme leurs fort proches parents. Le tronc de ces arbres, couvert d'écailles nombreuses, est sphérique à la base; puis il s'élance en fût de colonne dont le sommet est orné d'une

couronne de grandes feuilles fermées. Ils ressemblent aux Palmiers pour le port, mais s'en distinguent par des feuilles raides et coriaces, et par un tout autre mode de fructification; quoique très-différents, pour l'apparence, de nos conifères, ils ont cependant de commun avec eux une semence libre, c'est-à-dire non enfermée dans un fruit. Ils appartiennent, ainsi que ces derniers, à la sous-classe des Gymnospermes.

Chez les Zamies les fleurs et plus tard les fruits sont insérés sur des cônes semblables à ceux des Pins. Les Pterophylles du keuper ont le même feuillage raide et pennatifide que les Zamies actuels de l'Afrique, dont les pinnes aplaties sont parcourues par de nombreuses nervures longitudinales; seulement ces pinnes sont attachées latéralement dans toute leur largeur au pétiole commun, qui est canaliculé.

Les fleurs mâles forment aussi un épi compacte (Pl. III, fig. 5 de Mönchenstein, canton de Bâle), et les fruits un cône composé de bractées hexagonales (Pl. III, fig. 4 d'Hämiken). Il y a 4 espèces de ces Pterophylles dans le keuper du canton de Bâle. La plus commune est le Pterophyllum longifolium Br. (Pl. III, fig. 6, $^2/_3$ de grandeur naturelle) dont les feuilles de 3 à 4 pouces de largeur ont une longueur de 1 à 2 pieds. Les folioles sont retrécis à leur base et un peu distants les uns des autres; tandis que chez le Pterophyllum Jægeri Br., ils ont une largeur uniforme et sont plus serrés. Cette espèce, qui est aussi commune chez nous que dans les grès marneux de Stuttgart, a des folioles mesurant jusqu'à $2^1/_2$ pouces de longueur (Pl. III, fig. 2, $^1/_2$ gr. nat.). Une autre espèce très-voisine de la précédente est le Pterophyllum brevipenne Kurr. (Pl. III, fig. 1, $^1/_2$ gr. nat.) chez lequel les folioles sont beaucoup plus courts. Les folioles du Pterophyllum Meriani Br. (Pl. III, fig. 3) se distinguent par la forme gracieuse de leurs petites pinnes.

Près de ces Cycadées, qui ornaient nos forêts keupériennes, croissaient deux Conifères à feuilles aciculaires, un Voltzia et un Widdringtonites (W. Keuperianus Hr.); on n'a trouvé en Suisse que quelques bractées de cônes du Voltzia (fig. 29). Par contre, les grès bigarrés d'Alsace ont fourni de nombreux rameaux avec leurs feuilles, des chatons et des cônes

d'une espèce très-voisine, le V. heterophylla. M. le professeur Schimper, de Strasbourg, nous a livré des dessins donnant une idée complète de cet

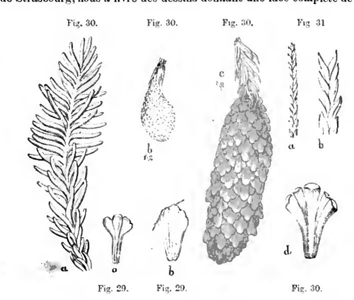


Fig. 29. Bractées de cônes de Voltzia Coburgensis ; a. de Prattelen ; b. du Rutihard. — Fig. 30. **Voltzia heterophylla,** Sch. (d'après Schimper); a. rameau; b. chaton mâle, $^1/_2$ gr. nat. ; c. cône; d. bractée de cone, gr. nat. — Fig. 31. **Widdringtonites keuperianus** Hr. du Rutihard; b. un morceau de rameau grossi.

arbre si commun dans tous les pays triasiques, pendant la période dont nous nous occupons. Pour le port, et pour la découpure des bractées de ses cônes, il ressemble au Cryptomeria du Japon qui a été introduit dans nos plantations, et qui est un des plus beaux et des plus grands Conifères de ce pays. Les branches du Voltzia étaient, comme chez ce dernier, abondamment garnies de feuilles (fig. 30 a); mais ses chatons mâles et ses cônes étaient beaucoup plus gros (fig. 30).

Nous ne connaissons que très-imparfaitement le Widdringtonites, car nous n'en avons reçu jusqu'ici que quelques rameaux (fig. 31 a, b). Ils sont garnis de petits folioles squammiformes, alternants et terminés en pointe. Cette espèce devait ressembler au Sevibaum (Juniperus Sabina).

A l'ombre des forêts croissaient des Fougères qui, à l'époque keupérienne, formaient encore les familles les plus riches et rappelaient, sous les mêmes genres, mais par d'autres espèces, leurs congénères de la flore houillère. Nous rencontrons le Neuropteris Rütimeyeri (Pl. II, fig. 6) aux nervures prononcées, et 4 espèces de Pecopteris. L'espèce la plus commune est le Pecopteris Meriani Br., dont on retrouve à Prattelen les feuilles en partie munies de leurs fruits (Pl. II, fig. 3). Ces feuilles étaient bipennées, les folioles allongés (Pl. II, fig. 2) à base unie ou séparée (Pl. II, fig. 3), et munis d'un système de nervures très-compliqué. Les sores sont rangés sur deux lignes à chaque foliole, et chacun consiste en quatre capsules relativement grosses (elles sont grossies, Pl. II, fig. 3). Ce mode de fructification classe cette espèce dans le groupe des Gleicheniacées. Le Pecopteris augusta Hr. (Pl. II, fig. 8) lui est semblable; il est formé de folioles longs et étroits plus ou moins profondément découpés et finement nervés. Le Pecopteris triasica d'Hämiken (Pl. II, fig. 7) a des lobes plus grands et plus fortement entaillés; il est très-probable que chez cette espèce le rachis donnait naissance à de nombreuses pinnules comme chez son congénère anglais le Pecopteris Whitbiensis Br. Le Pecopteris gracilis Hr. (Pl. II, fig. 1) devait au contraire avoir un feuillage très-fin et gracieux; il rappelle les formes des Gleicheniacées tropicaux.

Ces genres sont accompagnés de Fougères arborescentes. Les Tæniopteris ont deux représentants dans le canton de Bâle ainsi que dans le keuper allemand; ce sont la Danæopsis marantacea Stb. et la Tæniopteris Haidingeri Ett.

La première a des feuilles de quelques pieds de long, dont les folioles ont 2 pouces de large et $^1/_2$ pied de long; elles sont parcourues par un système de nervures latérales très-ramifiées. Le long de ces nervures les fruits sont disposés sur deux lignes, mais en si grand nombre, et si bien serrés les uns contre les autres, qu'ils occupent toute la face inférieure de la feuille (Pl. II, fig. 5, échantillon provenant du Rütihard, gr. fig. 6, 7).

Tandis que chez les Danæopsis et les Tæniopteris une couronne de feuilles longues, raides et pennées occupait le sommet du tronc, le Camptopteris quercifolia Stbg. sp. étalait ses feuilles profondément palmées et munies de nervures réticulées. Dans la flore actuelle nous ne retrouvons d'analogues à cette espèce que chez les Fougères des latitudes tropicales, comme aussi on ne peut guère comparer le Danæopsis marantacea qu'avec les Danæacées du Brésil. Ces dernières se rencontrent sur les côtes; elles ont un tronc droit, orné d'une couronne de feuilles pennatifides dont les folioles se couvrent de fruits.

Deux genres particuliers au keuper, et qui doivent avoir eu une grande analogie avec les Fougères, mais dont la place n'est pas encore bien déterminée, sont les Clathrophyllum et Sclerophyllina. Le Clathrophyllum Meriani Hr. (du Rütihard), a des feuilles palmées comme les Camptopteris et les Cheiropteris, mais avec des folioles très-étroits, et à bords entiers parcourus par de nombreuses et fines nervures longitudinales (Pl. II, fig. 10); celles-ci sont reliées par d'autres nervures transversales (Pl. II, fig. 10 b) imitant un fin canevas. Le Sclerophyllina furcata Hr. (Pl. II, fig. 9) est au contraire muni de feuilles raides, étroites, fourchues et parcourues par deux stries.

Ces caractères de la végétation, tels que nous venons de les décrire à l'occasion du canton de Bâle, sont communs à tous les pays keupériens. Nous retrouvons les mêmes espèces en Wurtemberg et dans le nord de la Bavière. En Amérique, à Richmond, en Virginie et dans la Caroline du Nord nous rencontrons les mêmes genres et aussi quelques-unes des mêmes espèces. Les continents de cette époque primitive possédaient donc une flore commune.

Telle était l'apparence de la flore enfouie dans les grès, et la marne keupérienne du canton de Bâle; il est fort probable que la même flore vivait à l'époque où se produisirent au fond de la mer et sur les côtes basses les dépôts de sel et de muschelkalk.

Le muschelkalk, de même que les dépôts de sel, ne renferme pas, il est vrai, de plantes terrestres, parce que tous deux ont été formés par

l'eau de mer, mais les couches du grès bigarré nous révèlent une flore analogue à celle du keuper; d'où nous pouvons conclure que les côtes baignées par la mer possédaient une végétation semblable à celle de l'époque keupérienne.

En Suisse on n'a trouvé dans le grès bigarré qu'une espèce de plante, près de Rheinfelden, l'Equisetum Musgeotii Brgn. sp.

L'Alsace est plus riche, surtout dans les environs de Sulz. Nous avons déjà parlé des Voltzies, qui y sont abondants; c'était aussi la patrie des Prêles gigantesques, des Aethophylles et du Schizoneura. On rencontrait en leur compagnie plusieurs Fougères spéciales à la localité; ainsi l'Anomopteris arborescente et à grosses feuilles, quelques espèces de Cycadées: Zamites vogesiacus Sch. et Nilssonia Hogardi Sch. et quelques Conifères (Albertia) qui rappellent les Kauri et les Dammara. Ces derniers et les Voltzies semblent avoir dominé dans la forêt; il nous en est parvenu 4 espèces: Albertia latifolia Sch., A. speciosa Sch., A elliptica Sch., et A. Braunii Sch. Ils se rapprochent beaucoup du genre Dammara et ont de même que lui des feuilles larges et pourvues de fines nervures longitudinales. Ces feuilles couvrent en grand nombre de longs rameaux. Les cônes allongés sont formés de bractées coriaces, portant chacune une semence ailée. Ces arbres étaient probablement de belle venue ainsi que le Dammara, dont une espèce, le D. orientalis Lamb. habite les îles de la Sonde, et une autre, le D. australis Salisb. sp. se rencontre dans le nord de la Nouvelle-Zélande (entre $34^1/_2$ et $37^1/_2$ latitude sud). Ce dernier est le Kauri-pin, le roi des forêts de la Nouvelle-Zélande. Son bois et sa résine sont un des principaux objets d'exportation de cette colonie. D'après le Dr Hochstetter, le tronc jusqu'au-dessous de la couronne forme une majestueuse colonne dont l'harmonie n'est troublée ni par des branches latérales ni par des plantes parasites.

L'œil peut suivre dans toute leur pureté les lignes droites du tronc depuis la base jusqu'au sommet, où les branches puissantes s'entrelacent pour former une vaste coupole, par les interstices de laquelle la lumière scintille comme autant d'étoiles d'or dans la demi-obscurité de la forêt.

Les couronnes du Kauri-pin (continue le Dr Hochstetter dans sa description des forêts de Kauri) s'élèvent et s'étendent bien au-dessus des autres arbres et forment ainsi une ombre épaisse sur les versants des montagnes et dans les vallées, ombre çà et là éclairée par le feuillage des Fougères, qui déploient leur végétation luxuriante dès qu'un filet d'eau s'échappe du sol de la forêt.

Les forêts d'Albertia, dont les restes sont enfouis dans les grès de Sulz en Alsace, durent avoir le même aspect. Les arbres feuillus, ainsi que tous les Phanérogames d'un ordre supérieur, manquent dans le grès bigarré comme dans le keuper; et les forêts eurent certainement pendant toute la période triasique le même cachet d'uniformité que pendant la période houillère.

Il y avait à la vérité une faune terrestre, mais peu riche; dans les marnes keupériennes du Rütihard nous avons cherché en vain des Insectes; par contre, dans les argiles schisteuses de Vadutz nous avons trouvé 2 espèces de Coléoptères, le Buprestites Pterophylli et le Curculionites prodromus Hr. Près de Richen, dans le grès bigarré, on a trouvé de grandes empreintes d'écailles provenant d'un gigantesque Labyrintodon, et le squelette d'un petit Saurien voisin des Salamandres. A Rheinfelden on a découvert une espèce de Crocodile, le Sclerosaurus armatus Myr. et des écailles céphaliques du grand Mastodonsaurus. J'ai vu de gros os provenant du keuper de Schambelen et qui ont dû appartenir à des animaux de la même classe; mais l'état de conservation de ces animaux ne permet pas de décider s'ils étaient aquatiques ou terrestres. On a retrouvé de nombreux Sauriens dans le keuper du Wurtemberg; le plus commun est le Belodon Plieningeri Myr., ressemblant beaucoup au Gavial de l'Amérique tropicale; c'est la même mâchoire longue, étroite et armée de grandes dents. Gressly a mis au jour à Liestal de grands os creux qui ont sans doute appartenu à une espèce de Teratosaurus, mais d'une taille beaucoup plus forte; le professeur Rutimeyer avait proposé pour cet animal, qui devait avoir une taille colossale, le nom de Gresslyosaurus ingens.

Le keuper du canton de Bâle, de Passwang et de Stafelegg a été déposé par l'eau douce, à ce que prouvent les empreintes de plantes qu'on y rencontre; plus au Sud s'étendait la mer, ainsi que nous le constatons à Schambelen dans le canton d'Argovie. Là nous trouvons dans une dolomie schisteuse d'un gris jaunâtre, les dents d'un Poisson marin, le Ceratodus Kaupii Ag. et une foule de carapaces d'un petit Crustacé: Estheria minuta Alb. sp. (Pl. III, fig. 11) qu'on avait pris autrefois pour un Mollusque, et à qui l'on avait donné le nom de Posidonomya. Ces petits Crustacés ont une carapace formée de deux valves qui renferment étroitement l'animal, et ne laissent sortir que les pattes minces et délicates; mais jusqu'à présent on n'a pu observer ces membres que sur un seul exemplaire. On rencontre encore dans la faune actuelle 22 espèces d'Estheria qui, de même que les proches parentes des Limnadies, habitent les eaux douces et saumâtres. Les couches supérieures du lias et les argiles à Opalina de Schambelen fournissent d'énormes quantités d'Estheria, accompagnés d'animaux marins (E. Bronnii et E. opalina). Il est donc probable que l'E. minuta vivait aussi dans les bas fonds de la mer et dans les eaux saumâtres. Avec elle, Schambelen donne beaucoup de coquilles de la Lucina Romani Alb. dont souvent les deux valves sont réunies. La présence de ces Mollusques nous révèle le voisinage de côtes et l'existence d'eaux saumâtres.

Au-dessus de ces gisements d'Estheria et de Lucina, nous trouvons une mince couche rocheuse où sont entassées des masses de Bactryllium canaliculatum Hr. (Pl. III, fig. 9, grossi 10 fois). Cet organisme encore énigmatique a la forme d'un petit bâton; son corps est sillonné d'une ou deux stries longitudinales, et sa place semble devoir être parmi les Diatomacées. Ces corpuscules ont une longueur de 1 à $2\,^5/_6$ lignes et une largeur de $^1/_4$ à $^1/_2$ ligne, tandis que les Diatomacées actuelles sont d'une taille microscopique. Intérieurement ils sont creux (Pl. III, fig. 9), mais ils ont une tunique épaisse et d'une seule pièce finement striée à l'extérieur.

La mer triasique a probablement envahi tout le plat pays de la Suisse

occupé maintenant par la mollasse, mais ses dépôts n'ont été signalés, dans la Suisse centrale, qu'à la chaîne du Stockhorn. On rencontre des bancs de calcaire et de grès bigarré au Langeneckgrat (Ringgraben, Bärschwand et Allmend de Blumistein) ainsi qu'au Spietzfluh sur les bords du lac de Thun; ils renferment de nombreuses pétrifications* et forment la limite du trias. On les a désignés sous le nom de *gisements Rhétiens* (couches à Contorta, Kössenerschicht, St.-Cassian supérieur ou Bonebed alpin).

Les dépôts de la mer triasique prennent plus d'importance à la frontière sud-ouest de la Suisse, et dans les localités de la Savoie qui nous avoisinent. Un filon de gypse et de chaux carbonatée va de Bex à Morillon, en Savoie, et à Villeneuve; plus loin, de Meillerie, au bord du lac de Genève, et sur les bords de la Dranse au-dessus de Thonon, nous rencontrons les gisements rhétiens qui, dans la direction sud, peuvent être suivis jusqu'à l'Arve; nous acquérons la preuve de la présence de la mer triasique en Savoie par l'existence de plusieurs couches de cette époque qui parcourent ce pays.

A l'est de la Suisse, une large bande de roches triasiques part du Tyrol et du Vorarlberg, de Vadutz et de Triesen, et aboutit au Rhin, sans toucher à notre territoire; elle s'étend au nord et à l'est sur les montagnes frontières du Prättigau (ainsi à 9136 pieds au-dessus de la mer: Scesaplana). De là, les roches triasiques s'étendent sur le pays de Davos jusqu'à Oberhalbstein, sur l'Albula jusqu'en Engadine, où elles recommencent à Ponte pour continuer jusqu'à Sulsana et de là, à l'est, par le Camogaskerthal et le Livigno, et en général sur tout le pays, jusqu'à Scarlthal et Münsterthal. Les montagnes calcaires qui occupent le côté droit de la vallée de l'Engadine depuis Ponte jusqu'à Remus, appartiennent à cette formation ainsi que l'a démontré A. Escher de la Linth. A Vadutz ainsi qu'à Weissenbach et à Thannberg, dans le Lech-

* Voy. C. von Fischer-Ooster: die rhætische Stufe der Umgegend von Thun. Berner Mittheilungen 1869. M. Fischer y compte 6 espèces de Poissons, 1 de Crustacés, 2 de Serpules, 93 de Mollusques et 10 de Rayonnés.

thal, Escher a découvert les feuilles du Pterophyllum Jægeri Br., et dans la dernière de ces localités, la Prêle géante (Equisetum arenaceum).

Cette région n'était donc pas immergée pendant l'époque keupérienne, tandis que la mer recouvrait le reste des Alpes où se déposait la formation triasique, ainsi que le prouvent les Bactryllies, les Algues et les coquilles marines qu'elles renferment. Ces débris appartiennent soit au muschelkalk soit au keuper; et, suivant la nature de la roche et de leur composition organique, permettent de reconnaître plusieurs étages de dépôts. Ce muschelkalk a l'apparence d'un calcaire dur et noir; il est surtout abondant au Col de Virgloria et a pris le nom de *couche de Virgloria*. Il se débite en tablettes minces, et acquiert un beau poli; on s'en sert dans l'industrie pour dessus de tables, etc. La disposition schistée de ce calcaire se retrouve dans le Vorarlberg et dans les Grisons jusqu'à Münsterthal; çà et là, on y rencontre des pétrifications de Lis de mer, et de plusieurs Mollusques tels que la Terebratula vulgaris et l'Avicula socialis, qui le font reconnaître pour du muschelkalk. Après lui viennent, au col de Virgloria, des argiles schisteuses, molles et noires que l'on désigne sous le nom de *Schistes de Partnach*, parce qu'elles se rencontrent en grande quantité à Partnach-Klamm près de Partenkirchen en Bavière.

Elles renferment en abondance le charmant Bactryllium Schmidii Hr. (Pl. III, fig. 8), qui a été enfoui dans maints endroits des Grisons et du Vorarlberg, et qui forme des couches entières au Col de Virgloria; on y trouve encore un beau Mollusque à coquille aplatie, l'Halobia Lommelii et le Chondrites prodromus Hr. (Pl. III, fig. 10), qu'Escher a découvert sur le côté ouest de la vallée d'Alvier, au sud de Burseberg (Vorarlberg). Dans la même roche que le Bactryllium Schmidii, on rencontre ce type de plante qui est parvenu jusqu'à nous en traversant toutes les formations géologiques dans des formes très-semblables. C'est une plante marine dont le feuillage délicat s'étale en branches à bords parallèles. Dans l'espèce triasique les branches sont bifurquées deux fois; elles ont

la même longueur, et leur extrémité est obtuse. Les rameaux un peu recourbés forment une espèce de fourchette.

Ces schistes de Partnach, de Vorarlberg et des Grisons orientaux sont recouverts d'un calcaire poreux, noir ou gris-clair qui atteint quelquefois 500 à 600 pieds de profondeur, et qui est désigné sous le nom de *calcaire d'Arlberg* ou *d'Hallstätt*. Après lui viennent les grès qui renferment les plantes énumérées plus haut, et par place aussi de nombreux coquillages marins : Cardita crenata, Corbula Rosthorni, etc. Ces grès ont beaucoup d'analogie avec ceux de Raibl en Carinthie, auxquels on les a assimilés. La plus grande masse des roches triasiques de nos Alpes orientales consiste en *Dolomie*, sorte de calcaire d'un gris tantôt clair, tantôt foncé, et composé de chaux carbonatée et de magnésie. Elle ne renferme aucune pétrification. On ne peut déterminer son âge géologique que par la place qu'elle occupe, et qu'on a cru devoir fixer entre les schistes de Raibl et ceux à Contorta. Ces derniers jouent un grand rôle dans le Vorarlberg et les Grisons orientaux, et sont caractérisés par de petits Bactryllium striolatum Hr. (Pl. III, fig. 7, grossi 10 fois), le B. deplanatum, et par de nombreux coquillages : Avicula contorta, Plicatula intusstriata, Cardium austriacum, etc.

Ces schistes sont à leur tour recouverts d'une dolomie de couleur claire, le *Dachsteinkalk*. Il prend une grande importance dans les Alpes de Salzbourg et du Vorarlberg, et renferme en abondance le Megalodus triqueter dont la coupe transversale présente, dans la pierre, de grandes fissures en forme de cœur. Il n'est pas rare non plus de trouver au Rhätikon des branches de Corail.

Merian, Escher, Gümbel et moi comprenons dans le keuper ces gisements depuis le partnacher jusqu'au dachsteinkalk, à cause des pétrifications qu'ils renferment, tandis que les géologues autrichiens les classent dans les étages supérieurs du lias. Les Bactryllium, ainsi que les Mollusques ci-dessus, sont très-répandus dans les Alpes italiennes, et prouvent que la mer triasique s'étendait à l'est jusqu'au lac de Lugano. La chaîne de montagnes qui va de Porlezza à Lugano, et qui descend

en pentes rapides sur le côté nord de ce lac charmant, appartient au trias supérieur; c'est à lui que se rapportent aussi sous forme de dolomie les montagnes frontières: Monte Salvatore et Monte St. Giorgio, qui sont sa limite ouest.

On a trouvé dans ces roches les restes de 55 espèces d'animaux marins qui ne laissent aucun doute sur leur origine. Nous y remarquons non-seulement l'Encrinus liliiformis, l'Halobia Lommelii si finement strié et l'Halobia obliqua Hauer; mais plusieurs Chemnitzia: le Ch. tenuis Munst., Ch. Escheri Hörn., l'Ammonites luganensis Mer., A. scaphitiformis Hauer, etc; on y trouve encore d'autres Mollusques et coquillages qui caractérisent le trias, et prouvent que la faune triasique était répandue sous les mêmes formes en Allemagne, en Suisse et en Italie.

Nous avons déjà dit que la plus importante production du trias avait été le sel; mais chez nous le gypse est aussi en grande partie de formation triasique. Nous le trouvons entre le muschelkalk et le keuper; par exemple, à Bâle-Campagne, dans le Jura argovien de Staffelegg, à Habsbourg, à Niederweningen, Baden, Ehrendingen, Mullingen, Birmensdorf, Gebensdorf et à Munsterthal. Il est exploité avec succès dans de nombreuses localités, et employé comme engrais et dans plusieurs industries. Ces gypses renferment çà et là des sulfates de soude et de magnésie; ces sels, dissous dans l'eau, fournissent des eaux minérales purgatives. Le gypse est soumis à l'action de l'eau dans de petits bassins d'où l'on retire les principes salins. L'eau de Mullingen ainsi traitée renferme sur 1000 parties 32,4 °/₀ de sel de Glauber, 1,5 de sulfate de magnésie; celle de Birmensdorf, 7 de sel de Glauber et 22 de sulfate de magnésie. Ces eaux minérales sont, par leur nature, un objet de commerce; il y a, du reste, d'autres sources minérales fort riches qui proviennent de la formation triasique: ainsi les eaux estimées de Baden qui, jaillissant d'une très-grande profondeur, proviennent vraisemblablement de la formation keupérienne.

L'eau sulfureuse de Schinznach et l'eau iodée de Wildegg prennent probablement leur source dans les gypses du trias. L'époque triasique

nous a donc légué de grandes richesses; les terrains renferment du sel et du gypse, et les eaux des sources minérales qui, chaque année, guérissent ou du moins soulagent une foule de personnes. Le trias nous fournit de riches matériaux de construction, et par sa décomposition même donne, sous forme de marne, un engrais estimé; les localités keupériennes se distinguent par leurs grasses prairies, leurs champs fertiles et leurs vignes productives; partout le trias assure le bien-être des populations.

La dolomie seule fait exception: lorsque les pluies ont décomposé cette roche, il ne reste qu'un sable perméable à l'eau et stérile. Là où le terrain est exclusivement formé de dolomie, comme dans les montagnes calcaires du Vorarlberg et dans les vallées latérales de l'Engadine, la végétation est fort pauvre, les arbres et les buissons sont rabougris, les prairies et les pâturages ne sont recouverts que d'une herbe clair-semée et les régions élevées sont complétement arides.

Nous possédons quelques localités dolomitiques (ainsi la vallée de Mora qui conduit de St.-Giacomo à la Munsterthalalp) où la végétation manque complétement, et depuis le bas de la vallée jusqu'au sommet déchiré des montagnes, celles-ci n'offrent que le spectacle navrant de la désolation et de la mort.

CHAPITRE III

SCHAMBELEN DANS LE CANTON D'ARGOVIE ET LE LIAS EN SUISSE

Les roches marneuses de Schambelen. — Couches nombreuses. — Leur mode de formation. — Elles renferment des plantes et des animaux marins et terrestres. — Les plantes marines sont presque toutes des Algues. — Animaux marins, Rayonnés, Mollusques, Crustacés, Poissons. — Flore terrestre : Cycadées, Fougères et Prêles. — Faune terrestre. Aperçu de la faune entomologique : Sauterelles, Libellules, Coléoptères, Punaises de bois. Détermination de l'étendue et du climat du continent. — Plantes servant à la nourriture des insectes. — Aperçu sur la formation des continents de l'Allemagne et de l'Angleterre à l'époque liasique. — Tableau général de cette époque reculée. — Les formations liasiques plus récentes. — Le Lias des Alpes.

L'antique Vindonissa occupait jadis la riante colline qui s'élève non loin de l'endroit où la Reuss et la Limmat marient leurs eaux à celles de l'Aar. De nos jours quelques débris seulement indiquent au passant l'emplacement de cette ancienne forteresse helvète, et lui rappellent la splendeur passée de cette cité.

Tout près de là, Königsfelden éveille en nous les souvenirs du moyen âge, et nous redit une scène sanglante de l'histoire des empereurs allemands.

Si nous suivons la route qui longe la rive gauche de la Reuss, elle nous conduira à Mullingen, au travers de charmantes prairies et d'une délicieuse forêt ; encore une demi-heure de marche, et nous atteignons

un gisement marneux qui se nomme, ainsi que les environs, Schambelen ou Tschembelen. Là, au bord de la Reuss, nous trouvons une roche marneuse d'un gris noir qui a une grande importance historique. A la vérité elle ne nous parlera ni d'une ville détruite, ni de hauts faits d'armes, mais elle nous révèlera l'existence de plantes remarquables, et d'animaux qui ont vécu bien des millions d'années avant que l'homme parût en ces lieux.

Ces roches sont un des documents les plus précieux pour l'étude de la nature organique de notre pays; elles nous font assister à un des plus intéressants épisodes de l'histoire de la terre. Si donc nous parvenons à déchiffrer les empreintes qu'elles renferment, nous pourrons jeter un jour précieux sur les obscurités de cet âge primitif. En même temps, elles nous offriront un type au moyen duquel nous comprendrons la formation progressive de nos roches sédimentaires et leur histoire, par le moyen de la nature organique qui y a été emprisonnée.

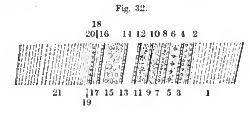
La masse rocheuse entourée de broussailles, qui occupe le côté gauche de la Reuss, est formée de marne schisteuse d'un gris noir. L'air et la pluie délitent très-facilement la roche, et en font une masse molle qui est exploitée comme engrais. Cette marne se débite fort bien en minces plaquettes qui sont très-friables. Les couches, horizontales à l'origine, se sont relevées par des soulèvements géologiques, et se présentent presque perpendiculairement. La profondeur du dépôt est de 35 pieds; il est limité au nord par le keuper supérieur (calcaire dolomitique marneux) et au sud par un banc calcaire de 10 pieds de profondeur et d'une grande dureté; ce banc renferme beaucoup d'Ammonites (A. Bucklandi), de Belemnites (B. acutus), et d'Huîtres (Gryphæa obliqua). Nous verrons plus tard que ce banc calcaire fait partie du *Lias* qui est l'étage inférieur de la grande formation jurassique.

L'âge géologique de ce gisement marneux n'est donc pas douteux, il repose entre le keuper et le calcaire à Gryphées, et appartient aux couches les plus profondes et les plus anciennes du lias. L'époque de sa formation suit immédiatement celle du keuper.

Lorsque nous aurons examiné avec soin ce gisement, nous constaterons qu'il renferme une grande diversité de débris organiques indiquant clairement que la durée de cette époque a été fort longue, et que pendant ce temps beaucoup de transformations se sont opérées dans les environs.

Le profil fig. 32 reproduit les différentes couches de Schambelen; nous allons les analyser en commençant par la plus basse :

Fig. 32.



Profil de Schambelen.

1° Banc marneux de six pieds d'épaisseur, reposant immédiatement sur le keuper dolomitique; il renferme des pyrites de fer, et quelques rognons durs, mais presque pas de pétrifications; on n'y a trouvé jusqu'à présent que quelques morceaux de Rhynchonella costellata.

2° Couche tendre de 5 pouces avec de petites Ophiures, des Oursins et des Mollusques en très-petit nombre : Lima pectinoides, Lucina problematica et Ammonites angulatus.

3° Un pied d'épaisseur : Ammonites; l'A. angulatus, A. longipontinus, et quelques Crustacés : Glyphea Heerii et Penæus.

4° Un pouce à peine de sable aggloméré avec de petits Mollusques : Lima pectinoides.

5° Un pied et demi de marne tendre, avec de nombreux Oursins : Diademopsis Heerii Mer. Les vieux et les jeunes sont souvent réunis comme en famille; le test est encore recouvert de radioles.

6° Couche d'un demi-pouce, dure. Çà et là quelques écailles de Poissons, et du bois carbonifié.

7° Couche d'un pied avec des Oursins, des Crangons, des Ammonites : A. planorbis, A. angulatus et longepontinus; quelques rares Insectes : Gyrinus troglodytes, et Byrrhidium troglodytes.

8° Comme la 6e, mais de 7 pouces environ d'épaisseur. Nombreux restes de Pentacrinus angulatus Opp., quelques Oursins et débris de Poissons : Pholidophorus lacertoides; quelques Crustacés. — Beaucoup de pyrites de fer.

9° Un pied de marne très-tendre; nombreux Crustacés : le Glyphea, Eryon et Penæus; quelques Ammonites et Poissons : Pholidophorus Renggeri, de rares Insectes : Gyrinus atavus, Hydrophilites interpunctatus, et de petits Carabes.

10° Une couche dure de 2 pouces (comme la 8e).

11° Cette couche est spécialement occupée par les Insectes; elle consiste en 1 ½ pied de marne d'un gris noirâtre, et renferme une remarquable abondance d'espèces, soit aquatiques, soit terrestres. Il ne s'y trouve aucun animal marin, mais quelques vestiges de plantes terrestres et de bois carbonifié.

12° 1 pouce de marne très-dure avec beaucoup de pyrites de fer.

13° 7 pouces de marne tendre qui se délite aisément en petits morceaux irréguliers; elle renferme un assez grand nombre d'Ammonites : A. longepontinus et planorbis, des Poissons, des Crangons, quelques Insectes, tels que : Termites, Cigales, Gyrinus, Carabes, ainsi que des Fougères : Camptopteris Nilssoni.

14° 1 pouce d'une marne très-molle, schisteuse et brillante; elle renferme beaucoup de petites écailles noires et quelques Écrevisses (Penæus).

15° 3 pieds de marne avec des Mollusques marins : Inoceramus Weissmanni, Lucina problematica, Rhynchonella, Cypricardie et Ammonites angulatus; des Poissons : Pholidoph. lacertoides, et quelques Insectes : Buprestites et Byrrhidium.

16° Marne noire, 8 pouces d'épaisseur; on y trouve de nombreux Cardium : C. Heeri May., des Inoceramus, des Crustacés (Glyphea) et

quelques Insectes : Termites, Cigales, Buprestites, Gyrines, Byrrhidies et Carabides.

17° 1 pouce de roche dure, avec de petites Limes : L. pectinoïdes, beaucoup de rognons et de filons de pyrites de fer.

18° 5 pouces de marne molle; çà et là quelques morceaux de bois carbonifié, de petites feuilles de Fougère, et de grandes Fucacées; des écailles de Poissons, quelques Insectes : Glaphyroptères, Serricornes, Carabides et Punaises de bois; des Mollusques : Cypricardiens et Luciniens, des Crustacés : Crangons et Glyphées.

19° 4 pouces de marne sèche et sablonneuse, avec beaucoup de Lima géante.

20° 5 pouces de marne claire avec de grosses et de petites Ophiures, des Oursins, de petites Lima, quelques Inoceramus, des Lucines, et des Cypricardies, ainsi que des débris de Pentacrines.

21° Une couche de 9 pieds d'une marne pâle, sans aucune pétrification; puis, immédiatement au-dessous, du calcaire gryphitique.

Ce n'est qu'après 10 années d'explorations dans cette localité que je suis parvenu à fixer dans l'ordre qui précède la disposition de ces dépôts; nous voyons que les couches fossilifères 2 à 20 sont comprises entre deux couches privées de pétrifications, et que ces dernières forment à elles seules la moitié de la masse générale. — Il est important de remarquer, en outre, que la seconde et l'avant-dernière seules produisent des Ophiures, et que les 6 dernières renferment exclusivement des animaux marins. Les Insectes apparaissent dans la 7ᵉ couche, mais en petit nombre; puis, de nouveau, dans la 9ᵉ, quoique encore rares; mais dans la 11ᵉ, nous en trouvons un grand nombre; ils disparaissent de nouveau et, sauf quelques exceptions, nous ne les retrouvons, et pour la dernière fois, que dans la 18ᵉ. Cette couche, comme la 7ᵉ, contient aussi, à côté des Insectes, des animaux marins qui manquent complétement à la 11ᵉ.

D'après l'examen de ces différentes couches, il est évident que les sédiments se sont déposés dans une anse tranquille formée, soit par une chaîne de collines avançant dans la mer, soit par une paroi de rochers

brisant la force des vagues. Nous ne pouvons expliquer la remarquable conservation des animaux qui y sont parvenus jusqu'à nous que par leur enfoncement immédiat dans la vase.

Sur les rivages ouverts à la fureur des flots, les débris organiques s'accumulent en petites dunes et se pourrissent; ou bien, roulés par les vagues, ils sont détruits ou endommagés; mais, à l'embouchure tranquille d'un fleuve ou d'un ruisseau, les plantes et les animaux sont sur le champ recouverts par la vase. C'est très-probablement ce qui arriva à Schambelen pendant l'époque liasique.

La présence des nombreux Insectes terrestres trouvés dans ces dépôts atteste le voisinage de la terre ferme; tous les Insectes parfaits ont un système respiratoire trachéen et non branchial, ils absorbent l'air par leurs stigmates latéraux et n'ont pas été créés pour vivre dans l'eau. Il n'y a qu'un genre d'Halobates de la haute mer qui fasse exception à cette règle, avec quelques antres des eaux saumâtres ou des côtes marines: Gyrinus, Ochthebius, Hydræna et Calobius. Les Insectes de Schambelen appartiennent à des genres dont les représentants actuels vivent exclusivement sur terre ferme, et quelques-uns dans l'eau douce. Ils démontrent donc nécessairement l'existence d'une terre ferme. La marne nous a surtout conservé leurs élytres; mais chez un grand nombre la tête et le thorax y adhèrent encore; chez plusieurs, ces organes sont encore réunis comme dans la vie. Cela prouve que ces petits animaux ne venaient pas de fort loin, et que la terre ferme n'était pas à une grande distance, autrement ils n'eussent pas été aussi bien conservés. Il a fallu également que la vase les recouvrît assez promptement après leur chute dans l'eau. Il est donc étonnant que les plantes terrestres que nous retrouvons dans les mêmes couches que les Insectes, nous soient parvenues en menus morceaux; cependant on y distingue fort bien encore les nervures.

Nous ne retrouvons pas seulement les empreintes des plantes et des Insectes, mais la substance même en est conservée, et l'on peut détacher les feuilles de la pierre.

L'enfouissement rapide des animaux et des plantes indique que l'eau contenait beaucoup de limon ; il en résulte aussi, la présence d'un fleuve étant admise, que cet endroit représente son embouchure, où lui-même transportait la vase qui plus tard a constitué notre dépôt marneux.

Le fond de l'embouchure est occupé par une marne dolomitique, probablement à une très-grande profondeur ; elle est recouverte par une couche qui ne présente encore aucun fossile. Cette couche provient de terres arrachées par le courant au continent qui n'avait encore ni flore ni faune. Ainsi s'est formée la couche inférieure, qui à l'origine devait être d'une épaisseur beaucoup plus considérable.

Ce fut alors que les animaux marins, comme les Étoiles de mer, quelques Ophiures, des Mollusques et de grosses Ammonites vinrent occuper le fond de la mer; puis arrivèrent les Crustacés ; les Oursins deviennent plus nombreux tandis que les Étoiles de mer disparaissent.

Dans la 7e couche, on aperçoit quelques Insectes, représentés par peu d'espèces. Probablement les forêts étaient encore un peu loin du bord, mais à la 11e couche elles se sont rapprochées, car nous y retrouvons en quantité des espèces d'Insectes herbivores. On reconnaît cependant parmi eux des Insectes aquatiques qui n'ont pu vivre que dans l'eau douce. Ils auront été entraînés par le courant du fleuve jusque dans la mer, comme cela arrive encore de nos jours. C'est ainsi que nous nous expliquons la présence des Gyrines mêlés à des animaux marins dans les couches 7, 9 et 13.

Dans la 11e couche, la faune marine disparaît ; il s'est probablement produit à cette époque un exhaussement progressif du sol, et l'anse primitivement marine a été isolée de la pleine mer par la formation d'une dune empêchant l'entrée de l'eau salée ; l'eau saumâtre se changea promptement en eau douce, qui devint ainsi le rendez-vous de nombreux Insectes qui ne vivent que dans cette eau.

Cependant cette période ne dura pas longtemps : le sol s'affaissa et la mer l'envahit de nouveau ; les Insectes redeviennent rares, et on voit à leur place des Crustacés et des Mollusques marins, puis des Étoiles de

mer et des Oursins; ils réapparaissent à peu près dans l'ordre où ils avaient disparu, suivis par une couche marneuse complétement dépourvue de pétrifications.

Pendant la période d'affaissement, notre gisement se trouvait bien éloigné de la terre ferme, et les débris terrestres n'arrivaient pas jusqu'à lui. Mais même pour les animaux marins, cette place ne présentait plus des conditions favorables d'existence; ils disparaissent aussi, et nous avons devant nous une couche purement marine et sans animaux.

Les couches 4, 6, 8, 10, 12 sont dignes d'attention; elles se présentent comme des rubans d'une marne dure et sablonneuse entre des couches beaucoup plus molles; elles ne renferment que des pétrifications marines, et ont peut-être été formées d'une matière que la mer, pendant les tempêtes, aurait rejetée sur le bord. Ces couches dures servirent de protection aux couches marneuses qu'elles recouvraient, car sans cela ces dernières auraient été entraînées par la mer.

C'est donc, nous l'avons dit, dans une anse calme et tranquille que se sont imprimées pour nous ces pages du monde primitif, conservées dans les couches marneuses de l'âge liasique de Schambelen, où nous retrouvons les plantes et les animaux de cette époque.

Schambelen évoque en moi le souvenir d'une autre anse marine, Gorgulho, que j'ai souvent visitée pour étudier la vie étrange des animaux marins. Elle se trouve sur les côtes de l'île de Madère, qui presque toutes tombent à pic dans l'eau, et où la mer agitée ne donne asile qu'à peu d'animaux vivants.

Dans les endroits où la pente est plus douce, les bords sont déserts, car ici encore l'agitation continuelle des flots empêche les plantes et les animaux de s'y fixer. Mais, là où les récifs brisent la force des vagues, et où l'eau qui est derrière n'est plus exposée directement à la violence de la mer, on rencontre une grande richesse et une grande variété de vie organique. Un bassin naturel, circonscrit par des rochers déchirés, s'est formé dans ce lieu; pendant les tempêtes, la mer y envoie de l'eau en abondance.

Les parois de la vasque sont tapissées de Balanus punctatus qui ressortent comme autant d'étoiles blanches sur le fond noir des roches. Entre elles brillent des Patelles et de petites Littorines.

L'eau du bassin est parfaitement limpide, et on en distingue très-nettement le fond. Là les Oursins globuleux se tiennent dans leurs trous ronds, mouvant tranquillement, mais continuellement leur armure de radioles bruns ou violets; on y voit non-seulement des Étoiles de mer aux longs bras, mais l'Ophidiaster ophidiana Lam. d'un rouge vif, et les Stellonia Webbiana et tenuissima Orb., colorés en rose et armés de leurs fins radioles. Souvent ils ont pour compagnons les Ophiures dont les bras longs et grêles sont ornés d'écailles brillamment décorées.

Au fond de la vasque croissent de nombreuses plantes aquatiques: l'élégant Padina Pavonia, et des buissons entiers de Dasyclades, sur lesquels une foule de Mollusques cherchent leur nourriture: Purpura hæmastoma; tandis que plusieurs espèces de Turbo et de Trochus rampent lentement et paresseusement sur ces Algues, d'autres se promènent prestement tout autour; mais quel est l'animal qui habite ces coquilles agitées de mouvements insolites? C'est le Crustacé rouge, le Pagure rusé (Pagurus callidus Roux) qui a tué le propriétaire de la coquille et s'est procuré ainsi une demeure; il se promène avec elle emportant comme le sage tous ses biens avec lui.

Il y a aussi toute la population des Crabes dont plusieurs espèces sont représentées: les Araignées de mer, les Plagusia et les Palemon squille qui se dirigent dans l'eau avec une merveilleuse habileté.

Tandis que tous ces animaux se tiennent de préférence au fond de l'eau, ou contre les parois des rochers, les Poissons aux brillantes couleurs (Julis turcica) nagent dans toutes les directions. A la surface surnagent quelques Conferves sur lesquelles de nombreux Coléoptères aquatiques (Calobius Heerii Woll.) se jouent en se poursuivant autour des fils verts de la plante. C'est ainsi que, dans un espace restreint, nous trouvons une quantité d'individualités dont l'étude a un grand charme; joignez à cela l'imposante musique de la mer qui vient briser ses vagues puissantes sur les écueils blanchissants.

Tel est le tableau que devait présenter Schambelen aux premiers jours. Là aussi vivaient des Oursins et des Étoiles de mer; là les Écrevisses se poursuivaient de leur marche oblique, et faisaient la chasse aux Palémon. Là encore rampaient des Mollusques variés, et les Poissons aux riches couleurs folâtraient autour des tiges nombreuses du Chiendent marin; la surface de l'eau était aussi sillonnée par de petits Coléoptères et des Gyrines qui se jouaient en traçant leurs courbes gracieuses*.

Nous ne devons pas perdre de vue que les plantes et les animaux de Schambelen diffèrent non-seulement par les espèces, mais aussi par les genres des plantes et des animaux actuels. Les types fondamentaux, il est vrai, ont subsisté, mais les formes ont changé depuis des milliers d'années.

Examinons maintenant en détail le monde orgauique de Schambelen à cette époque. En somme, nous avons retrouvé 22 espèces de plantes, 182 espèces d'animaux, dont 11 Poissons, 1 Reptile, 143 Insectes, 6 Crustacés, 17 Mollusques, 4 Rayonnés. Nous les étudierons dans l'ordre de leur provenance.

I. PLANTES MARINES.

Les plantes marines ne sont pas aussi nombreuses qu'on pourrait s'y attendre, car la mollesse de leurs tissus et leur constitution gélatineuse s'opposent à leur conservation. Nous en retrouvons cependant qui ont dû être fort gracieuses, et dont les tiges ramifiées couvraient sans doute le fond de l'eau comme un gazon.

* La planche intitulée « Vie sous-marine à Schambelen » cherche à reproduire le monde marin de cette localité. — Sur le premier plan, nous voyons le peuple tranquille des Mollusques (les Limes, les Inocérames et les Térébratules suspendues à leur fil); les Étoiles de mer et les Oursins hérissés, les Ammonites, les Crustacés (Glyphea, Eryon et Penæus). Entre eux on voit des buissons de plantes marines, les espèces délicates de Chondrites et de Zonarites, les rubans rigides du Fucoides rigidus au travers desquels jouent de petits Poissons (Pholidophorus helveticus Hr.). A gauche les Pentacrines à longue tige et vis-à-vis le grand Fucoides procerus. L'Acrodus, squale remarquable, hantait aussi ces lieux paisibles.



Le Chondrites liasinus Hr. (Pl. IV, fig. 2) avait une fronde dichotomique très-ramifiée, consistant en petits rameaux presque égaux entre eux; le Zonarites Schambelinus Hr. (Pl. IV, fig. 1), à fronde palmée à la base, et formée de rameaux à peu près semblables qui vont en se bifurquant. Le Fucoides rigidus Hr. avait de larges frondes coriaces se divisant en deux rubans. Le Fucoides procerus était beaucoup plus grand que le précédent; ses frondes de plus d'un pied étaient divisées en bandes d'une largeur de 2 pouces; il rappelle par sa grandeur les Laminaria actuelles, et appartenait peut-être au même genre. Il se trouve en grande abondance dans la 18e couche de Schambelen, mais en mauvais état, formant sur la pierre des bandes entrelacées, de couleur foncée. Le genre Munsteria (M. antiqua) apparaît là pour la première fois; c'est un genre d'Algue qui joue un grand rôle dans la mer jurassique, et dans celle du flysch. Elle se fait remarquer par de nombreuses raies obliques donnant à la fronde une apparence annulaire; l'espèce de Schambelen est petite, et les points qui devraient se trouver entre les lignes sont invisibles. A côté de ces Cryptogames marins, nous rencontrons un gazon de mer: Zosterites tenuestriatus Hr. (Pl. IV, fig. 17). On peut du moins lui attribuer avec quelque vraisemblance des feuilles longues, à bord parallèles, arrondies en avant et parcourues par de nombreux sillons longitudinaux, car elles proviennent d'une plante de la famille des Naïades, et non pas de celle des Algues.

II. ANIMAUX MARINS.

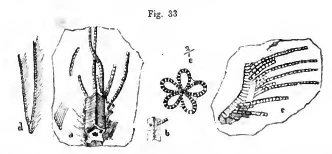
Schambelen nous en fournit 39 espèces ainsi réparties: 4 Rayonnés, 17 Mollusques, 6 Crustacés, 1 Saurien et 11 Poissons.

a. RAYONNÉS.

Au lieu du Lis marin dont nous avons parlé (p. 53), c'est une belle Pentacrine, Pentacrinus angulatus Opp. qui attirera la première notre attention.

Elle aussi a une longue tige noueuse, sorte de colonnette pentagone à

Fig. 33



Pentacrinus angulatus Opp.; a. morceau de la tige principale; b. insertion des branches; c. morceau de bras avec ses branches; d. bras avec ses poils; e. coupe de la tige grossie 2 fois.

angles saillants (fig. 33 a), qui par place donne naissance à des branches également noueuses (fig. 33 b). Au sommet de cette tige se trouve une couronne composée de 5 bras qui se divisent en deux, peu après leur naissance, pour se subdiviser de nouveau; ces bras sont cylindriques, et les ramifications secondaires, minces et ténues, sont garnies d'une rangée de poils longs et élégants: Pinnulæ (fig. 33 d).

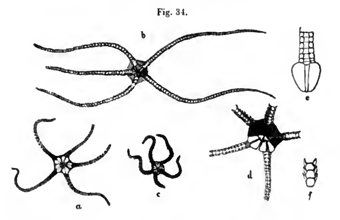
A Schambelen, on n'a pas trouvé de couronne entière, mais beaucoup de morceaux de tige et des débris de couronne qui sont enchevêtrés les uns dans les autres; on rencontre surtout des morceaux de tige, dont la cassure offre un dessin ressemblant à une corolle (fig. 33 e). Ces Pentacrines vivaient probablement en colonies, et étaient fixées aux rochers, ainsi que les Lis de mer, au moyen de leur longue tige *.

Leurs proches parents, les Astéries, n'ont pas de tige, et vivent en liberté dans l'eau; elles sont remarquables par leurs cinq rayons terminés en pointe et recouverts d'écailles colorées; une charmante espèce, Ophioderma Escheri Hr. ** (fig. 34) rappelle l'Ophiura texturata Lam.

* On connaît des tiges d'une espèce voisine, le P. subangularis Mill. sp., qui ont 35 pieds de long.

** L'Ophioderma Egertoni Brod. sp. du lias supérieur de Lyme en Angleterre lui est très-proche parent. La figure et la description qu'en donne Broderip (Transact. of the geol. soc. of London, V, p. 174, Pl. XII, fig. 5, 6) sont très-insuffisantes, et il n'est pas possible, d'après elles, de terminer l'espèce. Quelques échantillons, à la vérité fort imparfaits, que j'ai reçus de cette localité m'engageraient cependant à y voir une

Fig. 34.



Ophioderma Escheri Hr.; a. petit exemplaire, côté supérieur; b. grosseur moyenne, côté inferieur; c. animal jeune; d. deux bras avec les écailles correspondant au disque supérieur; les trois autres bras et le reste du disque représentent la partie inférieure; e. la base d'un bras, vu de dessus; f. morceau de bras vu de dessous.

Elle nous est parvenue à toutes les phases de développement avec des rayons longs de quelques lignes à 3 pouces.

Un animal non moins remarquable que les Étoiles de mer est l'Oursin de Schambelen, Diademopsis Heerii Merian (Pl. VI, fig. 1), conservé presque en entier et armé encore d'une grande partie de ses radioles.

Il nous a fourni un type dont nous nous sommes servi pour étudier ce genre, qui commence à paraître dans les plus anciennes formations marines, et qui peuple encore nos mers.

espèce distincte. Chez le sujet anglais le disque est relativement plus grand, et les écailles latérales des bras semblent s'étendre jusque sur le milieu de la partie supérieure de cet organe. Chez l'O. Escheri les bras sont minces et cylindriques, recouverts de 4 lignes d'écailles élégantes, dont les latérales recouvrent les supérieures (fig. 34 e) et les inférieures (fig. 34 f). Sur le côté supérieur, le disque se compose au centre de cinq petites plaques en forme de cœur autour desquelles dix plus grandes, et par paires, recouvrent la base de chaque bras (fig. 34 a, d, moitié gauche). Sur le côté inférieur du disque (fig. 34 b, d, moitié droite) cinq écailles semblables indiquent l'ouverture de la bouche. D'après le Dr Lutken notre espèce et l'O. Egertoni appartiennent au genre vivant Ophioglypha, voy. Additamenta ad historiam Ophiuridarum. Kiobenhavn 1869, p. 107.

La Pl. VI reproduit cette espèce de Schambelen dont la grosseur varie de 12 à 32 millimètres de diamètre.

Nous voyons que le test est muni de nombreux radioles, et présente environ 10 champs. Sur le bord de 5 de ces champs, nous remarquons deux lignes de petits trous (Pl. VI, fig. 1 d) par où passaient les pieds membraneux, ou ambulacres, qui pendant la vie dépassaient probablement les radioles et servaient à la marche. Les aires munis de ces trous d'où sortent les ambulacres sont nommés aires *ambulacraires*. Dans ce genre, les aires ambulacraires forment un demi-tour et sont ornés de deux lignes de petits tubercules (Pl. VI, fig. 1 g); entre deux aires ambulacraires, il y a deux rangées de plaques non trouées qui forment les aires dits : *interambulacraires*. Chez notre espèce chaque aire interambulacraire possède 2 rangées de tubercules lisses qui sont un peu plus gros que ceux des aires ambulacraires, et dont le rang extérieur se poursuit jusqu'au sommet, tandis que l'intérieur finit plus tôt. A ces tubercules sont attachés des radioles en forme d'aiguille et finement striés (Pl. VI, fig. 1 e, f, grossis). Cinq dents pointues (Pl. VI, fig. 1 b) garnissent la bouche et se rencontrent à son centre; elles servaient à la mastication de la nourriture qui consistait probablement en Varech.

J'ai trouvé à Schambelen des familles entières de cette espèce, vieux et jeunes réunis ensemble; ils ont sans aucun doute vécu en cet endroit. Je n'ai rencontré par contre que quelques radioles d'une seconde espèce d'Oursin, le Cidaris psilonoti Quenst.

b. MOLLUSQUES.

Les pétrifications, provenant d'animaux marins rejetés sur le rivage, se trouvent souvent accumlées en nombre considérable dans le même endroit; c'est un pêle-même complet de coquilles et de carapaces; il n'en est pas ainsi à Schambelen; les Mollusques n'y sont pas rares, il est vrai, mais le plus souvent ils sont réunis en petit nombre, et il n'y a que les Limes dont on rencontre de vrais monceaux.

Le nombre des espèces est restreint, et cette localité n'était évidem-

ment pas le lieu de prédilection des Mollusques ; peut-être l'eau en était-elle trop bourbeuse et trop saumâtre. Les espèces les plus remarquables appartiennent aux Ammonites, parmi lesquelles les plus fréquentes sont l'Ammonites longepontinus Fr. et l'A. planorbis Sow. ; celle-ci, petite et plate, a l'apparence d'une Planorbe (fig. 36); celle-là au contraire atteignait une taille remarquable. La fig. 35 représente un individu dont le diamètre est de près de 4 pouces; on en a trouvé des exemplaires de plus de 1 pied.

La plupart des coquilles bien conservées sont parcourues par des côtes transversales qui s'aplanissent et disparaissent sur la face dorsale, tandis que ces côtes sont accentuées jusqu'au dos chez une espèce parente, l'A. angulatus Sch. qui se trouve, quoique rarement, à Schambelen. Le dernier tour de spire est lisse chez les grands sujets des deux espèces ci-dessus.

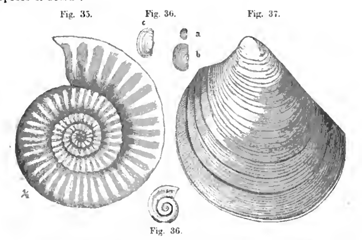


Fig. 35. **Ammonites longepontinus** Fr. — Fig. 36. **Ammonites planorbis.** — Fig. 37. **Lima gigantea.**

De fines découpures ornent la coquille de beaucoup d'espèces (fig. 35 b); elles proviennent du point de suture de la cloison avec la coquille, et, ainsi que nous l'avons dit (page 55), caractérisent les Ammonites proprement dites.

L'ouverture de la coquille de plusieurs Ammonites était fermée par un opercule (Aptychus) (fig. 36 c, de l'Ammonites planorbis). Il consiste chez cette espèce en une plaque, et chez les autres en deux.

Schambelen fournit en quantité considérable de petites écailles noires et striées qui ont la même forme que ces opercules; j'en ai rencontré aussi dans le lias de Lyme en Angleterre; ce sont les opercules de jeunes animaux.

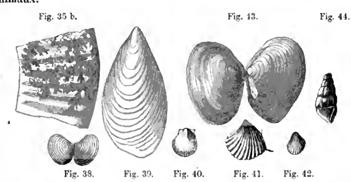


Fig. 35 b. **Ammonites longepontinus** Fr. — Fig. 38. **Lucina problematica** Terq. — Fig. 39. **Inoceramus Weissmanni** Opp. — Fig. 40. **Pecten disparilis** Quenst. — Fig. 41. **Rhynchonella costellata** Pict. — Fig. 42. **Lima pectinoides** Gf. — Fig. 43. **Cardinia Heerii** K. Mayer. — Fig. 44. **Rissoa liasina** Dunk. grossi.

Outre ces Ammonites, on trouve à Schambelen un très-petit Mollusque marin : le Rissoa liasina Dunk. (fig. 44), remarquable par sa coquille munie de côtes ou cancellée.

Le Mollusque le plus commun à Schambelen est la petite Lime sillonnée : Lima pectinoides (fig. 42), très-abondante surtout dans les couches dures intermédiaires; la Lima gigantea (fig. 37) n'est pas rare non plus, surtout dans la couche 19e où, jusqu'ici, on n'avait trouvé que la Modiola psilonoti Quenst.

La plupart des couches fournissent des Cypricardiens à coquille mince : Cypricardia cuneolus May. et la C. minuta May., Lucinia problematica Terq. (fig. 38); la Cardinia Heerii May. (fig. 43) à coquille très-fine; ces formes de Mollusques rappellent celles qui vivent actuellement dans nos eaux douces: Union et Cyclas.

Les Peignes ne sont représentés que par des espèces petites et rares (Pecten sepultus Quenst., P. redemptus May. Quenst. Jura, Pl. V, fig. 14, n° 10, et P. disparilis Quenst. var.? fig. 40), qui se font remarquer par leurs coquilles plates et auriculées à la base. Les Peignes nagent par un mouvement de va-et-vient de leurs valves; ils ont été justement appelés Papillons de mer, et avec d'autant plus de raison que souvent leurs coquilles sont ornées de couleurs variées.

Pendant que ces Peignes parcouraient en tous sens les eaux de Schambelen, les Inocérames sédentaires restaient fixés au sol bourbeux. Une espèce, l'Inoceramus Weissmanni Oppel (fig. 39), apparaît dans la plupart des couches; en revanche, les Térébratules sont confinées dans les couches inférieures. La Térébratule (Rhynchonella costellata Piette, fig. 41) est un type d'animal qui a joué un grand rôle parmi les Mollusques du monde primitif, et que nous devons étudier avec attention.

Les Térébratules appartiennent à la classe des Brachiopodes, qui est caractérisée par deux longs bras ciliés, le plus souvent enroulés en spirale, et supportés par un squelette calcaire. Les deux valves inégales ont une charnière à dents, et se joignent exactement. Elles ne peuvent s'ouvrir que très-imparfaitement, car elles ne possèdent pas le ligament des autres Bivalves.

Après leur mort, elles demeurent fréquemment fermées, c'est pourquoi, à l'état fossile, on les trouve presque toujours complètes. Chez les Térébratules et les Rhynchonelles, la grande valve ou valve ventrale est pourvue, à son extrémité, d'un crochet saillant muni d'un trou rond au travers duquel passent les organes qui servent à l'animal à se fixer; on n'en connaît que peu d'espèces vivantes, tandis que plusieurs localités des mers du monde primitif en étaient remplies. L'espèce de Schambelen avait des valves à sillons profonds, et appartient au groupe des Rhynchonellides.

c. ARTICULÉS.

Les Articulés sont représentés par cinq Ecrevisses et un Gammarus.

Les Écrevisses appartiennent à 3 genres dont l'un, l'Éryon, apparaît avec le trias, se trouve très-répandu dans les terrains liasique et jurassique et disparaît avec la craie. Le second : Glyphea, apparaît pour la première fois à Schambelen ; il fournit de nombreuses espèces au jura moyen et supérieur, après quoi il s'éteint.

Notre anse marine est aussi la première à donner le 3e genre Penæus, qui a persisté jusqu'à nos jours.

Ces 3 genres sont importants et forment 3 types principaux du lias et de la mer jurassique. Pour le port, les Glyphea peuvent être comparés à nos Écrevisses, mais leurs pattes sont dépourvues de pinces et se terminent seulement par un ongle (Pl. VI, fig. 2 b). Ils possèdent des antennes assez longues et très-finement articulées. Le thorax est grand et terminé en avant par un éperon ; il est divisé dans sa largeur par une rainure transversale. La partie antérieure est parcourue par cinq larges sillons ; la postérieure est divisée, à son tour, dans sa longueur, en deux parties égales qui sont rayées d'avant en arrière de deux sillons obliques. L'abdomen est formé de segments unis et brillants, dont le dernier, qui est grand et ovale, porte les nageoires caudales. L'espèce la plus commune à Schambelen, le Glyphea Heerii Oppel (Pl. VI, fig. 1) a la grosseur de notre Écrevisse des ruisseaux ; son céphalothorax est fortement ponctué, tandis que chez une seconde espèce beaucoup plus rare, le Glyphea major Opp. il n'est pas ponctué, mais garni de tubercules latéraux.

Dans le genre Éryon, les pattes antérieures sont pourvues de pinces (fig. 47) ; les antennes sont courtes, le céphalothorax est grand et largement échancré à sa partie antérieure ; l'abdomen court est muni de grandes nageoires caudales. La fig. 47 représente une belle espèce de Schambelen, l'Eryon Escheri Opp., remarquable par ses mains déliées et à pinces arquées, par la granulation qui recouvre complétement le céphalothorax, et par les verrues presque spiniformes dont est orné chaque segment de l'abdomen.

Le genre Penæus a une tout autre apparence ; il appartient au groupe des Palæmon.

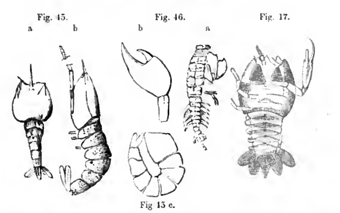


Fig. 45. **Penæus liasicus** Opp.; a. de dessus; b. de côté; c. replié sur lui-même. — Fig. 46. **Opsipedon gracilis** Hr.; a. grossi 3 fois; b. les pinces fortement grossies. — Fig. 47. **Eryon Escheri** Opp.

Le Penæus liasicus rappelle une espèce de Palæmon ou Squille (Palæmon squilla L.) qui vit encore, et dont on fait une grande consommation sur les côtes de la mer. Le Penæus sulcatus Ol. sp., s'en rapproche plus encore, mais il est beaucoup plus gros. La Méditerranée en fournit en abondance. L'espèce de Schambelen, d'un brun brillant, est luisante; on en trouve presque toujours plusieurs ensemble dans le même bloc; d'où l'on peut conclure que ces Palémon vivaient en société. — Ils sont fortement repliés sur eux-mêmes, et forment souvent comme un anneau (fig. 45 c). Le céphalothorax se prolonge en avant par un éperon uni; vu en dessus, il paraît très-large (fig. 45 a); les bords en sont arrondis. Les Palémon et les Glyphées sont les Crustacés les plus répandus à Schambelen; j'en ai recueilli de nombreux exemplaires.

Une petite espèce d'Amphipode d'un brun argenté, l'Opsipedon gracilis Hr. (fig. 46, grossi 3 fois) est au contraire très-rare; son abdomen aplati est fortement articulé, et les segments sont garnis d'appendices en forme de pointes. La dernière paire de pattes paraît avoir joué le rôle de pince*.

* Les jambes qu'on a recueillies sont brisées; deux petits morceaux de pattes four-

d. POISSONS MARINS.

Les écailles de Poissons sont assez communes et éparpillées dans les différentes couches de Schambelen; mais on trouve très-rarement des Poissons entiers comme celui que représente la fig. 50. On en a découvert 11 espèces à Schambelen; ils appartiennent à deux familles: les Squales et les Ganoïdes.

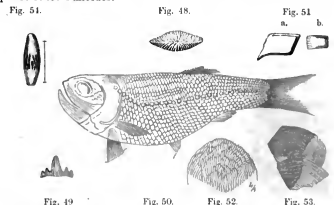


Fig. 48. **Acrodus minimus** Ag. — Fig. 49. **Hybodus reticulatus** Ag. — Fig. 50. **Pholidophorus Renggeri** Hr. — Fig. 51. Ecailles de **Semionotus**. — Fig. 52, 53. Écailles de **Ptycholepis**? 52. partie supérieure de la même faiblement grossie; 53. deux des dites écailles gr. nat. mal conservees. — Fig. 54. Dent de Saurien.

Les Squales sont représentés par deux genres: Hybodus et Acrodus; mais jusqu'ici on n'en a recueilli que les dents: (fig. 48) Acrodus minimus Ag., (fig. 49) Hybodus reticulatus Ag. Chez l'Acrodus, la surface de la dent est armée de rides transversales, tranchantes, et partant toutes d'une saillie longitudinale très-tranchante. Les rides centrales sont bifurquées à leur base, et se relèvent faiblement pour former une

chues (fig. 46a) à côté du thorax, appartiennent aux pattes thoraciques (3me paire), mais le corps ovale que l'on voit plus haut, provient de la pince antérieure. Une pince semblable, très-grossie (fig. 46b), s'est rencontrée près d'un petit exemplaire. Les segments thoraciques sont très-écrasés, mais plus gros que les segments abdominaux qui sont finement pointillés. Cet individu appartient certainement à la classe des Amphipodes, mais il constitue un genre éteint. La plupart des Amphipodes ne se tiennent près du rivage qu'à marée basse, afin d'y surprendre dans le sable les Vers marins avec lesquels ils sont en guerre ouverte.

proéminence médiane. D'après Agassiz, ces dents auraient appartenu à un grand Poisson proche parent d'un Squale très-rare de la Nouvelle-Hollande, le Cestracion Philippii Lep.

L'Hybodus avait des dents très-tranchantes; elles étaient caractérisées par la présence d'un cône médian trois fois plus élevé que d'autres cônes secondaires, arrondis, qui flanquent le premier. Ces cônes sont solidement reliés à leur base, et parcourus jusqu'à leur sommet par des stries longitudinales.

« Ce Poisson, dit Agassiz, devait avoir de 6 à 7 pieds de long, et une « grande bouche fortement armée de dents telles qu'elles sont décrites « ci-dessus. » Carnassier et chasseur, sans aucun doute, comme l'Acrodus, il était la terreur des petites espèces sans défense qui peuplaient la baie de Schambelen.

Ces petites espèces appartenaient aux Ganoïdes, remarquables par leurs écailles d'un noir brillant et comme émaillé. Le genre le plus important était le Pholidophorus, répandu alors dans toutes les mers. Ce sont de petits Poissons fusiformes, de l'apparence du Hareng, munis d'une épine dorsale formée de vertèbres rondes, sans crêtes, avec de petites nageoires et la queue bifurquée en deux lobes égaux. Nous en avons reçu cinq espèces de Schambelen, dont une, le Pholidophorus Renggeri Hr., est représentée par la fig. 50; on voit qu'à partir de la tête, le corps s'élargit d'une manière importante; les deux nageoires pectorales sont placées immédiatement après la tête, la nageoire dorsale occupe sur le dos le centre de l'espace compris entre la nageoire ventrale et l'anale. Les écailles, d'un noir brillant, sont plus allongées sur les côtés de la partie antérieure du corps qu'à la partie postérieure; celles du ventre sont plus petites, mais elles sont rangées avec plus d'ordre.

Une seconde espèce : Pholidophorus helveticus Hr. habitait aussi la mer de Schambelen; c'est le Poisson le plus commun de la localité, il était aussi couvert d'écailles rhomboïdales et brillantes, qui devenaient petites et irrégulières à la partie ventrale et à la queue. Le corps n'est

Fig. 54 B.

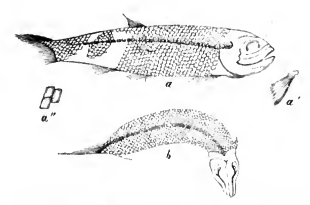


Fig. 54 B. a. **Pholidophorus helveticus** Hr.; — b. **Pholidophorus lacertoides** Hr.

pas renflé dans son milieu, et la ligne ventrale n'est pas plus bombée que la ligne dorsale; la nageoire dorsale est opposée à la ventrale.

Comme on le voit, les spécimens du genre Pholidophorus nous sont parvenus presque complets; jusqu'ici, en revanche, deux autres genres n'ont fourni que des écailles. La fig. 51 en représente ayant probablement appartenu au genre Semionotus, et les fig. 53 et 52 (un peu grossies) au genre Ptycholepis. Ces dernières sont assez communes à Schambelen, et se font remarquer par les verrues allongées, d'un brun d'argent brillant et comme émaillées, qui recouvrent leur partie supérieure. Elles révèlent un type de Poissons éteint, comme du reste tous ceux de Schambelen et du lias en général, qui n'existaient déjà plus avant le commencement de l'époque tertiaire; cependant les Pholidophorus ont le même port que les Poissons vivants.

c. AMPHIBIES.

Cette grande classe de Vertébrés n'est représentée à Schambelen que par une espèce, et encore n'a-t-on trouvé qu'une dent ayant probablement appartenu à un Ichthyosaure. Ressemblant à un fuseau, elle est

recouverte d'un émail brillant et garnie, dans son milieu, de petits sillons irréguliers.

III. PLANTES TERRESTRES.

Les rares débris de plantes terrestres que nous a conservés la marne ne peuvent nous donner que des notions fort incomplètes sur la flore de cette époque.

Dans le bois carbonifié, les troncs d'arbres sont abondants, il est vrai, mais les restes de feuilles sont très-rares, et tellement en lambeaux qu'on se demande si elles ne sont pas venues de fort loin, apportées et battues par les flots.

La côte paraît donc avoir été déserte; d'autre part, les nombreux Insectes terrestres phytophages (qui se nourrissent exclusivement de végétaux) qui appartiennent aux Coléoptères sylvicoles, feraient conclure à une riche végétation ligneuse. Il serait possible cependant que les forêts aient été éloignées des côtes, et que les Insectes soient parvenus dans la baie par le flottage avec les bois entraînés par les courants.

Les troncs d'arbres proviennent en grande partie de Cycadées, ainsi que le démontrent leur sommet arrondi et émoussé et les grandes écailles dont ils sont recouverts (Pl. V, fig. 8-9). Parmi les restes de feuilles retrouvés, on peut reconnaître celles d'un Pterophyllum et d'un Nilssonia (Pl. IV, fig. 12, 13, 14; Pl. V, fig. 10). A ces Cycadées il faut ajouter deux Conifères. On a découvert un beau rameau de l'Araucarites peregrinus Lindl. sp. (Pl. IV, fig. 15); cette espèce ressemble beaucoup à l'Araucaria imbricata, bel arbre du Chili méridional. Les rameaux étaient garnis de feuilles imbriquées, c'est-à-dire se recouvrant les unes les autres; elles étaient pointues à leur extrémité et pourvues d'une nervure médiane très-forte. L'arbre devait être grand, bien ramifié, et son feuillage d'un vert sombre.

L'autre Conifère, Thuites fallax Hr. (Pl. IV, fig. 16) avait des feuilles

opposées, comme le Thuya de nos jardins; elles se terminaient en une sorte de pointe recourbée en dedans, et étaient pourvues aussi d'une nervure médiane.

La forêt était, paraît-il, exclusivement occupée par ces deux Conifères et par les Cycadées.

La végétation herbacée qui couvrait le sol de la forêt, se composait uniquement de Fougères; elles sont figurées Pl. IV, fig. 3 à 9. — Il est vrai qu'elles ne nous sont parvenues qu'en lambeaux, et qu'elles ne peuvent être reconnues qu'à leur tissu nerveux. L'une d'elles, le Phlebopteris polypodioides (Pl. IV, fig. 8), a été retrouvée dans le lias anglais et à Halberstadt; elle avait de grandes feuilles ramifiées, et rappelle les Woodwardies de notre époque; une autre, le Camptopteris Nilssoni Stb. (Pl. IV, fig. 5), se fait remarquer par son tissu de nervures irrégulières; il avait des feuilles à lobes grossièrement dentelés. C'est l'espèce dont nous avons rassemblé le plus de feuilles éparses.

Parmi les Pecopteris (Pl. IV, fig. 4, 6, 7), le P. debilis Hr. (fig. 4) a des lobes très-étroits, profonds et fort obtus. Le Pecopteris osmundoides Hr. (Pl. V, fig. 6) ressemble à une espèce vivante (Osmunda regalis L.). Le Sphenopteris Renggeri (Pl. IV, fig. 3) nous a laissé quelques feuilles, mais plus petites; elles sont allongées, ovales et crénelées.

Une feuille coriace appartient aux Sagenopteris gracilis Hr. (Pl. IV, fig. 9, 6 gross.); elle a l'apparence d'une feuille de Légumineuse, mais ses nervures fines et disposées en treillis indiquent une Fougère.

Tandis que ces Fougères se cachaient sous l'ombre des forêts, les Prêles et les Roseaux occupaient probablement les rives du fleuve.

Nous avons trouvé des cloisons et des nœuds de l'Equisetum liasinum Hr. (Pl. IV, fig. 10). Les cloisons sont pourvues de dents allongées, ponctuées et à pointe émoussée (fig. 10 a); la section des nœuds (fig. 10 c, d) fait reconnaître que la taille de l'espèce liasique devait à peine dépasser celle des Prêles actuelles.

Quant aux Roseaux, on a trouvé un morceau de feuille du Bambusium liasinum Hr. dont la Pl. V, fig. 7 donne l'extrémité; elle est sillonnée

de nombreuses nervures longitudinales ; entre deux fortes nervures, on en distingue 2 à 4 fines (Pl. V, fig. 7, morceau de feuille grossi), ainsi que cela se voit chez notre Phragmite ; mais il manque une nervure médiane plus forte.

Nous avons aussi trouvé de longues tiges cylindriques pourvues de nœuds (Pl. V, fig. 7 c) qui ont, je pense, appartenu à la même plante. La substance ligneuse est transformée en charbon, et l'on ne saurait en reconnaître la structure ; cependant, on peut juger que la tige n'était pas creuse, mais qu'elle formait au contraire une masse solide, comme on le voit de nos jours chez quelques Graminées arborescentes, telles que la Canne à sucre.

De petits morceaux de feuilles étroites, avec une forte nervure médiane, provenaient probablement d'une Cypéracée (Cyperites protogæus, Pl. IV, fig. 18), qui a dû vivre dans les endroits humides et marécageux.

IV. ANIMAUX TERRESTRES.

Ce sont seulement des Insectes, mais en grand nombre ; nous en avons recueilli environ 2000 échantillons provenant de Schambelen et représentant 143 espèces. Ils appartiennent aux plus anciens Insectes de notre pays, et présentent par conséquent un grand intérêt. A la vérité, cette classe d'animaux avait déjà fait son apparition à l'époque carbonifère, ainsi que nous l'avons vu p. 21, mais jusqu'à présent cette formation n'a fourni chez nous qu'une espèce, et fort peu ailleurs. Jusqu'ici le trias n'en a donné que deux espèces : le Glaphyroptera Pterophylli Hr. et le Curculionites prodromus Hr., qui ont été découverts dans le keuper de Vadutz. Dans le grès bigarré de Trebitz et de Salzmunde on en trouve encore trois (Legnophora Girardi, Chauliodites Picteti et Ch. Zinckeni). Dès qu'on arrive au lias, cette classe devient riche en espèces, et se fait remarquer par la grande diversité des formes ; elle renferme des genres nombreux et tout à fait semblables aux nôtres. Schambelen est, à notre connaissance, le

seul endroit du continent qui nous ait transmis autant d'Insectes primitifs. En Angleterre le lias inférieur a donné jusqu'ici 56 espèces.

A Schambelen, les Insectes sont beaucoup mieux conservés et plus variés, ce qui fait de cette localité le gisement le plus important pour les Insectes liasiques.

Les espèces retrouvées jusqu'à présent se partagent de la manière suivante, d'après la classification admise :

Orthoptères	7	espèces.
Nevroptères	7	»
Coléoptères	116	»
Hyménoptères	1	»
Hémiptères	12	»

On doit observer que les Lépidoptères et les Diptères manquent complétement, et que les Hyménoptères ne sont représentés que par une seule espèce à petites ailes. Les Coléoptères forment la majorité des espèces et des individus.

On peut expliquer en partie cette prédominance par la dureté des élytres de ces animaux, qui leur a permis de se conserver bien mieux que les ailes délicates de la plupart des autres Insectes ; en effet, pour le plus grand nombre des Coléoptères, les élytres seuls nous sont parvenus et non pas les ailes. Cependant, comme nous retrouvons dans un parfait état les jolies ailes membraneuses des Termites, même avec leurs taches noires, on ne peut douter que, s'il y avait eu dans notre île liasique autant de Diptères et de Papillons que d'autres Insectes, ces premiers seraient aussi tombés dans l'eau et nous auraient été conservés.

Examinons maintenant de plus près ces Insectes.

a. ORTHOPTÈRES.

Trois espèces appartiennent aux Blattes, trois aux Sauterelles, et une aux Forficules.

Les Blattes sont très-semblables à celles des houillères, et forment un

genre, Blattina, qui se distingue des Blattes de nos jours par les nervures longitudinales rejoignant, dans le champ anal, la nervure suturale. Une espèce de Schambelen, Bl. formosa Hr. (Pl. VII, fig. 1, fig. 1 b, aile grossie) est presque de la grosseur de la Blatte commune (Blatta orientalis L.), qu'on rencontre en si grand nombre dans quelques maisons. Les deux autres espèces, Bl. angustata Hr., et Bl. media sont beaucoup plus petites.

Ces Blattes, nous l'avons dit, apparurent déjà à l'époque carbonifère, et eurent alors une aire plus étendue qu'aucun autre Insecte (on eu a trouvé à Erbignon, à Vettin en Prusse, à Mannebach en Thuringe, à Saarbruck et dans les charbons de l'Arkansas, en Amérique); leur nombre était aussi prédominant; on peut donc les considérer comme les patriarches du monde entomologique.

Au point de vue de ces Insectes primitifs, le mode de vivre de ceux de notre époque offre un grand intérêt, car, en étudiant les caractères de nos Blattes, nous pourrons soulever un coin du voile qui nous cache les lois du monde primitif.

Les œufs des Blattes sont enfermés dans des capsules à loges relativement très-grosses, et ressemblant à de petites boîtes; la mère les porte pendant quelque temps avec elle, ou les dépose en les protégeant par une enveloppe. Les œufs sont donc parfaitement à l'abri et attendent leur éclosion pendant toute une année. Les jeunes sont extraordinairement agiles et vivent pendant quelque temps en communauté. Ils se développent très-lentement, et notre Blatte domestique n'acquiert son développement complet qu'au bout de 5 ans; elle atteint donc un âge avancé pour un Insecte*.

La Blatte a la vie dure, et s'accommode bien de la vapeur sulfureuse; ces particularités nous expliquent comment elle a pu vivre à l'époque houillère, pendant laquelle l'air renfermait une quantité très-considé-

* Cet animal semble pouvoir vivre plusieurs années à l'état adulte, j'ai du moins conservé pendant 3 ans, dans cet état, la Blatte américaine (Periplaneta americana) en la nourrissant avec du pain humecté.

rable de gaz acide carbonique. C'est un animal nocturne qui fuit la lumière, et ne sort pas de son trou avant la nuit. Elle cherche alors sa nourriture qui se compose de substances végétales, pain, farine, pommes de terre, légumes, etc.; au moindre bruit elle rentre dans son gîte avec une grande rapidité.

Nous avons vu que la plupart des Insectes de l'époque carbonifère (Blattes, Termites) sont nocturnes; on peut en dire autant de la plupart des plantes de cette période (Fougères et Lycopodiacées), qui se plaisent dans les sombres profondeurs des forêts et nous rappellent ainsi l'obscurité brumeuse qui couvrait alors la terre.

Les Blattes ont dû trouver dans les Cycadées de notre île liasique une nourriture appropriée à leurs besoins, car les troncs pourris de ces arbres leur offraient sans doute la même matière farineuse que possèdent les Cycadées actuelles.

Résumant ce qui a été dit plus haut, nous voyons que:

1° Chez ces animaux les œufs sont mieux protégés que chez ceux de la plupart des Insectes; cette protection qui leur était peut-être nécessaire à cause du caractère orageux de cette époque du monde, leur est demeurée particulière jusqu'à nos jours; elle a son importance géologique;

2° Qu'ils se distinguent par leur longévité et l'innocuité de certains gaz sur leur organisme;

3° Qu'ils sont nocturnes;

4° Qu'ils ne s'adressent pas seulement pour leur nourriture à une plante spéciale, mais qu'ils sont omnivores;

5° Qu'ils appartiennent encore aujourd'hui pour la plupart aux zones chaudes; que notre Blatte domestique provient de l'Orient, établit sa demeure dans les endroits les plus chauds de nos maisons (dans les cuisines et les fours), et ne se risque à l'extérieur que pendant les étés les plus ardents.

Les trois espèces de Sauterelles de Schambelen, la Gomphocerites Bucklandi (Pl. VII, fig. 2 et 3), l'Acridiites deperditus Hr. (Pl. VII, fig. 4), et l'A. liasinus Hr., ne sont représentées que par des jambes postérieures

et des débris d'ailes qui suffisent cependant pour prouver qu'ils ont appartenu à des Acridites. Les nervures des ailes supérieures et inférieures sont semblables à celles d'espèces vivantes; d'où l'on peut conclure à l'analogie de l'espèce même.

Le Forficule de Schambelen s'écarte complétement des formes existantes, et constitue un genre éteint sous le nom de Baseopsis forficulina Hr. (Pl. VII, fig. 5).

Les caractères communs de ce fossile avec nos Forficules sont : la forme des ailes supérieures, leur courbure et leur bord postérieur arrondi, les bords latéraux échancrés et le plissement des ailes inférieures dépassant les supérieures, ainsi que les sections de l'abdomen; mais le Forficule liasique diffère du nôtre par la forme du thorax, et encore plus par celle de la tête; les yeux sont placés à la base de cet organe qui en est la partie la plus large; de là, elle se rétrécit jusqu'à la partie antérieure qui est pourvue d'une lèvre courte et large. Il n'est pas possible de dire si les pinces, qui terminent d'ordinaire l'abdomen des Forficules, ont disparu, ou si cet animal n'en possédait pas. Le thorax et la forme de la tête rappellent beaucoup plus les Anthophages (Coléoptères) que les Forficules. Cet animal semble donc former une transition remarquable entre les Orthoptères et les Coléoptères, transition qui manque dans les faunes actuelles.

b. NÉVROPTÈRES.

Les Termites ou Fourmis blanches sont la terreur des pays chauds; ils vivent en communautés distinctes de plusieurs milliers d'individus. Ces républiques se composent de larves, de jeunes et d'individus neutres, ces derniers se distinguent par les fortes mandibules dont leur tête est armée; on les appelle aussi soldats. Les jeunes et les larves courent gaiement autour d'eux, et se transforment dans la suite en insectes ailés et portant un sexe. Vers la fin de l'été, ils sortent en essaims pressés et c'est pendant les chaleurs qu'a lieu l'accouplement; les mâles meurent, mais quelques femelles sont ramenées dans la demeure commune, où elles

prennent l'apparence de poches informes qui, dans quelques espèces, renferment jusqu'à 80,000 œufs. Leur genre de vie est très-conforme à celui des Blattes; comme elles, ils sortent la nuit, ne travaillent que dans l'obscurité, sont omnivores et se nourrissent de n'importe quel végétal. Ils rappellent les Blattes par la conformation de leur corps, et n'ont rien de commun avec les Fourmis. Les organes buccaux sont en tout semblables aux mêmes organes de ces Orthoptères; leurs ailes placées de la même manière au-dessus de l'abdomen présentent les mêmes nervures principales. Les jambes sont disposées pour la course, l'abdomen est plat, mou et muni également, à son extrémité, de deux appendices.

Ainsi que les Blattes, les Termites apparaissent déjà à l'époque carbonifère; et, détail curieux, les ailes de plusieurs Blattes de cette époque sont munies d'un réseau de nervures secondaires, identiques à celui des Termites de ces âges reculés, tandis que les ailes des Blattes du lias en sont dépourvues.

Il ressort de ce qui précède que ces deux types, représentant les Insectes les plus anciens, auraient beaucoup de rapports entre eux, et que ces deux formes primitives des Orthoptères et des Névroptères avaient à cette époque bien plus de points de contact que de nos jours.

Nous avons découvert à Schambelen 6 espèces de Termites. La disposition des nervures alaires offre une grande analogie avec celle de nos espèces actuelles; mais plusieurs notables différences peuvent faire considérer deux des genres anciens comme éteints. Chez l'un d'eux, le Clathrotermes signatus Hr. (Pl. VII, fig. 8), le bord de l'aile est muni de fines nervures transversales, et divisé en cellules quadrangulaires; l'aile est tachetée de noir. Chez l'autre, le Calotermes, les cellules quadrangulaires manquent; mais les ailes sont tachetées de la même manière chez une espèce, le C. maculatus Hr. (Pl. VII, fig. 7), où le bord est simplement coloré en noir comme chez le C. plagiatus Hr. (Pl. VII, fig. 6).

Ces taches et ces traits foncés sont une particularité des Termites du

lias, car toutes les espèces vivantes ont des ailes incolores; ces taches ne sont pas d'ailleurs accidentelles, puisqu'on les retrouve constantes chez plusieurs espèces.

Comme grosseur, les espèces du lias s'écartent beaucoup des espèces vivantes; la plus petite, le Calotermes troglodytes Hr., a des ailes de $3\frac{1}{2}$ lignes de longueur; chez la plus grande, C. obtectus Hr. elles atteignent 9 lignes.

Les Libellules sont représentées à Schambelen par une espèce, l'Aeschna Hageni Hr. (Pl. VII, fig. 9) qui dépasse en grandeur nos Libellules actuelles; c'est la plus ancienne que l'on connaisse et on peut l'envisager comme l'antique aïeule des Libellules. Il est remarquable que le réseau des nervures alaires ressemble autant à celui de nos espèces vivantes, et que le type du genre remonte jusqu'à l'époque liasique.

Ce Névroptère a beaucoup d'analogie avec une espèce du lias anglais: Aeschna liasina Strickl; mais elle est considérablement plus grosse et rappelle les Libellules colossales du jura supérieur.

Les larves ont sans aucun doute vécu dans l'eau douce où elles faisaient leur proie des Insectes aquatiques; puis, arrivées à l'état parfait, elles parcouraient l'espace en donnant la chasse aux animaux terrestres. L'eau devait donc être habitée par d'autres Insectes.

c. COLÉOPTÈRES.

Notre faune actuelle possède une étonnante variété de Coléoptères qui, par l'abondance de leurs formes, constituent l'ordre le plus riche des Insectes. La faune liasique ne le cède en rien à la nôtre sous ce rapport; elle est même relativement beaucoup plus riche, et renferme trois fois plus d'espèces que les autres ordres réunis.

Ces espèces appartiennent à 16 familles savoir:

	Espèces.		Espèces.
Geodephages :		*Lamellicornes :*	
Carabiques	11	Aphodiides	1
Gyrinides :		*Sternoxes :*	
Gyrinides	6	Buprestides . . .	33

Clavicornes :

Nitidulides.	7
Peltides.	4
Cryptophagides	2
Lathrydiades.	1
Mycetophagides	1
Byrrhides	5

Palpicornes :

Hydrophiles	15
Elaterides	10

Malacodermes :

Telephores	3

Stenelytres :

Cistelides	1
Rhyncophores	7

Chrysomelides :

Chrysomeles.	3
Douteux.	6

Ce qui produit une moyenne de 7 espèces par famille, tandis que la faune tertiaire en fournit 10 et notre faune suisse actuelle 45. Les Insectes de l'époque liasique étaient par conséquent représentés par une variété de types relativement plus riche. De grands ordres manquent, il est vrai, complétement, ou du moins n'ont pas encore été retrouvés, ainsi : les Longicornes, les Coccinelles, les Xylophages, les Melasomes et les Brachelytres, qui jouent actuellement un rôle si important ; d'autres sont très-rares, ainsi : les Lamellicornes et les Chrysomèles qui vivent maintenant en si grande quantité dans les prairies et les forêts.

Les Rhyncophores fournissent dans la faune tertiaire comme de nos jours les familles les plus riches en espèces, tandis que dans la faune liasique ils n'occupent que le cinquième rang. Ils vivent de préférence dans des graines et des fruits qui autrefois étaient rares.

Si nous classons ces Insectes d'après le mode de vivre qu'ont adopté leurs descendants actuels, nous obtenons la répartition suivante :

1° *Coléoptères lignivores ou sylvicoles.* Ces Insectes fournissent la moitié des espèces fossiles, et nous démontrent par leur existence même que la terre ferme était occupée par des forêts. La famille de beaucoup la plus nombreuse est celle des Buprestes ; elle offre en même temps les plus grandes formes. Elle domine par le nombre de ses espèces dans le lias anglais et dans toutes les autres formations ; elle a dû jouer un rôle important, et sa valeur géologique est très-grande. Les Coléoptères sylvicoles de cette phase du globe appartiennent en grande partie à cette famille, qui n'a que peu de représentants comme espèces

dans la faune actuelle de notre pays; dans les zones chaudes qui sont sa patrie, elle n'occupe nulle part la première place.

Le rôle dominant des Buprestes est un des caractères principaux de la faune entomologique du lias et en général des époques primitives du monde.

Dans les 33 espèces de Schambelen on peut distinguer 7 types de genres parmi lesquels les Euchroma et les Melanophiles existent encore, tandis que les autres, les Glaphyroptères, les Micranthaxia, les Buprestites et les Chrysobotrites sont éteints.

L'Euchroma liasina Hr. (Pl. VII, fig. 10) ressemble à l'Euchroma gigantea du Brésil, et le Melanophila sculptilis Hr. (Pl. VII, fig. 18), le M. costata Hr. (Pl. VII, fig. 19) rappellent nos espèces vivant sur les Conifères*. Le genre le plus riche en espèces est le Glaphyroptera (16 espèces), qui se distingue par ses élytres plates et brillantes. Les Mélanophiles, qui en sont voisins, ont des élytres granulés et garnis en partie de stries longitudinales.

Un coup d'œil jeté sur la Pl. VII, fig. 12 à 15, où j'ai représenté quelques-unes de ces petites bêtes, fait voir combien elles varient pour la forme et la grosseur. Les unes ont des élytres remarquablement larges: Glaphyroptera insignis Hr. (Pl. VII, fig. 13) et Gl. spectabilis Hr., avec un bord étendu et rabaissé comme les Polybothris de Madagascar; les autres: Gl. Gehreti, ressemblent par l'angle inférieur proéminent de leur thorax au genre des Chrysobothris, si nombreux et si répandu; d'autres encore, tels que le Gl. brevicollis Hr. (Pl. VII, fig. 15) se rapprochent par leur taille courte et ramassée des espèces des Trachys et Anthaxia. Le Micranthaxia bella (Pl. VII, fig. 17) et le M. rediviva Hr. (Pl. VII, fig. 16) ont encore plus d'analogie avec ces derniers. Ce sont de petits animaux à élytres chagrinés, qui étalent communs et vivaient probablement dans les forêts de Conifères. Le genre Buprestide est re-

* Le Melanophila costata est très-semblable au M. decostigma (d'Autriche et du Valais), mais ses côtes sont plus saillantes.

présenté par des Insectes remarquables, dont une espèce, le B. Lyellii Hr. (Pl. VII, fig. 11) a des élytres fortement striés.

La plupart de ces Buprestes de Schambelen ont des élytres d'un noir brillant; mais il est très-peu probable que pendant la vie ils aient eu cette couleur; il n'est donc pas possible de vérifier si, comme chez la plupart des Buprestes modernes, leurs élytres étaient ornés des belles couleurs métalliques que nous leur connaissons.

Les proches parents des Buprestes sont les Élatérides bien connus par leur rapidité à se redresser lorsqu'on les met sur le dos. Ces Insectes sont très-anciens, et déjà représentés par 10 espèces dans notre île liasique; l'éperon dont est pourvu le thorax nous prouve qu'ils étaient doués d'une grande force d'évolution (Megacentrus tristis, Pl. VII, fig. 22).

L'espèce la plus commune, Elaterites vetustus Brodie sp. (Pl. VII, fig. 21) est remarquable par la couleur brun-clair ou jaune de ses élytres, qui subsiste sur de nombreux débris; probablement que pendant leur vie les élytres étaient colorés en jaune ou en rouge comme chez une espèce qui vit encore sur les Conifères, l'Ampedus sanguineus F. Les Buprestes et les Élatérides vivaient seulement à l'état de larves sous l'écorce et dans le bois des arbres; mais sans doute les Insectes parfaits, comme ceux de nos jours, jouaient au soleil sur les troncs et les rameaux, ou bourdonnaient dans les airs. Les Peltides au contraire abandonnaient rarement le gîte qu'ils occupaient sous l'écorce des arbres.

Nous avons retrouvé à Schambelen un remarquable exemplaire presque complet appartenant à cette famille, c'est le Cycloderma deplanatum Hr. (Pl. VIII, fig. 4), qui pouvait facilement loger tout son corps plat entre le bois et l'écorce. Il a beaucoup de rapport par la tête et le thorax avec une Peltis.

2° *Coléoptères des Champignons.* A vrai dire, on n'a pas encore découvert de Champignons à Schambelen, mais plusieurs genres de Coléoptères nous prouvent qu'ils y ont existé. Nous y comptons 7 espèces de ces Coléoptères; nous en avons reproduit quelques-uns, Pl. VII et VIII;

ce sont tous de fort petits animaux, mais qui n'en sont pas moins très-bien conservés. Les espèces de Strongylites (St. stygius, Pl. VII, fig. 23, St. morio, Pl. VII, fig. 24, et St. lævigatus Hr.) sont élégantes avec leurs élytres brillantes et délicatement ponctuées; les Bellingères (Pl. VIII, fig. 5 et 6) chez lesquels les élytres sont finement striés. Le Latridiites Schaumii est parvenu jusqu'à nous avec ses petits yeux noirs bien conservés ainsi que son grand chaperon.

3° *Les Byrrhides* qui se nourrissent de mousses et qui comptent 4 espèces à Schambeleu. Ils ont la même forme de thorax où la tête est enfoncée, et une ciselure spéciale des élytres.

Les Byrrhidium arcuatum (Pl. VIII, fig. 9), B. morio (Pl. VIII, fig. 10) et B. troglodytes Hr. appartiennent aux espèces les plus communes de Schambelen, et permettent de supposer que le sol des forêts et, par place aussi, l'écorce des arbres, étaient recouverts de Mousses, quoiqu'aucun de ces végétaux ne nous soit parvenu, et qu'il soit impossible de dire quel aspect ils avaient.

4° Les *Chrysomélines* ne nous offrent que deux représentants en très-bon état: l'Eumolpites liberatus (Pl. VIII, fig. 14) et le Chrysomelites prodromus Hr. (Pl. VIII, fig. 13); les Cistélides donnent une jolie petite espèce de Cistelites (le C. insignis, Pl. VIII, fig. 11), mais il est difficile de dire sur quelles plantes vivaient ces Insectes; les espèces actuelles de ces familles se trouvent ordinairement sur les Phanérogames, la plus grande partie sur les herbes et les feuilles des arbres; quelques-uns sur les Roseaux et les Conifères. Nous pouvons en conclure qu'ils habitaient jadis les Bambous, les Araucariens et les Thuya de l'île liasique. Un petit Rhyncophore, Sitonites melanarius (Pl. VIII, fig. 16) a probablement vécu dans les forêts de Conifères, car nous voyons ses proches parents de notre époque (les Sitona) y faire leur demeure.

Quant aux six autres Rhyncophores de Schambelen, il est impossible de dire s'ils se nourrissaient de feuilles, de fleurs ou de graines.

5° Les *Coléoptères vivant exclusivement sur les fleurs.* Nous pouvons considérer comme ayant habité les fleurs le Petrorophus truncatus

(Pl. VIII, fig. 12), semblable au Cercus; le Trixagites floralis Hr. (Pl. VIII, fig. 8) qui ressemble au Throscus, et le Nitidulites argoviensis Hr. (Pl. VIII, fig. 3), correspondant aux espèces vivantes qui souvent se rencontrent en quantité considérable sur les fleurs.

6° *Coprophages.* Un des plus remarquables Insectes de Schambelen est un petit Aphodius, Aphodiites protogæus Hr. (Pl. VIII, fig. 15); il est tellement semblable aux Aphodius vivants, qu'on pourrait soupçonner qu'alors déjà notre pays possédait des Mammifères; du reste, on a trouvé un Mammifère en Wurtemberg et dernièrement en Angleterre dans une autre formation (le trias supérieur); c'était, il est vrai, un fort petit animal dont les excréments auraient à peine pu suffire à la nourriture d'un Aphodius. Comme l'on ne peut nier que quelques individus de ce groupe se nourrissent aussi de bois pourri et surtout de végétaux en décomposition, la présence de cet Aphodius n'implique pas d'une manière absolue l'existence de Mammifères à cette époque.

7° Tous les Insectes qui précèdent vivent de végétaux ou de leurs détritus; nous avons maintenant à examiner les *Insectes carnassiers* qui ne manquent pas non plus.

Parmi les Coléoptères il y a 29 espèces que nous pouvons considérer comme tels; les uns, les Cantharides, par exemple, saisissent leur proie sur les fleurs et les feuilles, les autres sur le sol, comme les Carabides. Ceux-ci sont presque tous de petits animaux (voir les Carabites bellus, Pl. VIII, fig. 22, Carabites harpalinus Hr. et le Thurmannia punctulata, Pl. VIII, fig. 17), qui dans cette classe font le pendant des Insectes herbivores dont ils se nourrisseut.

8° Les *Insectes aquatiques* forment un des éléments importants de la faune entomologique de Schambelen. Nous en avons compté 20 espèces qui pour la plupart étaient très-communs. Le Gyrinus atavus (Pl. VIII, fig. 18), espèce de Tourniquet, est une jolie petite bête qui a beaucoup de rapport avec le genre actuel, taudis que quatre autres espèces, parmi lesquelles : Gyrinites troglodytes (Pl. VIII, fig. 19), G. minimus (Pl. VIII, fig. 21) et G. antiquus Hr. (fig. 20) se font remarquer par l'absence de

l'écusson et par l'extension des yeux jusqu'au bord de la tête. La petitesse de ces Tourniquets du lias est frappante; ils sont beaucoup plus petits que les espèces actuelles.

Les Hydrophilites sont encore plus nombreux; les uns sont d'une grandeur remarquable, tels que l'Hydrophilites Acherontis Hr. (Pl. VIII, fig. 25), H. stygius (Pl. VIII, fig. 24); les autres au contraire sont de très-petites espèces, ainsi l'Hydrobiites veteranus (Pl. VIII, fig. 23). Ce sont, avec les Buprestes, les Insectes les plus communs de Schambelen. Par contre, le Wollastonites ovalis Hr. (Pl. VIII, fig. 26) est très-rare; il appartient probablement aux Spercheides, qui habitent sur les plantes aquatiques des eaux stagnantes.

d. HYMÉNOPTÈRES.

Cet ordre, qui est répandu sur toute la terre par milliers d'espèces et qui est si connu par les Abeilles, les Guêpes et les Fourmis, n'est représenté dans le lias que par une seule espèce: le Palæomyrmex prodromus Hr. (Pl. VIII, fig. 31), et encore n'a-t-on trouvé que l'aile qui est figurée dans la planche ci-dessus. Elle a quelque analogie avec l'aile des Fourmis; cependant elle s'en écarte à plusieurs égards; aussi ne sait-on pas bien quelle place lui assigner dans la classification.

e. HÉMIPTÈRES.

La famille des Punaises est ancienne, car nous en rencontrons déjà 9 espèces à Schambelen. Elles appartiennent au groupe des Coréodes. Quelques espèces, telles que le Protocoris insignis (Pl. VIII, fig. 28), Pr. ovalis et Cyclocoris pinguis (Pl. VIII, fig. 27), nous sont parvenues presque entières, tandis que pour les autres les ailes seules ont été conservées. Ces Hémiptères étaient probablement carnassiers et vivaient sans doute du sang d'autres Insectes qu'ils pompaient avec leur suçoir.

Les Cicadelles que nous trouvons au nombre de trois espèces dans l'île liasique: Cercopidium morio (Pl. VIII, fig. 30), C. minutum (Pl. VIII, fig. 29), se nourrissaient du suc des plantes. Il est probable que leurs

larves, comme celles de nos jours, s'entouraient de l'écume connue sous le nom de salive de Coucou, qui renferme toujours un certain nombre de jeunes Cicadelles et qui est destinée à leur servir d'abri.

RÉSUMÉ.

L'exposition des particularités qui précèdent était nécessaire pour tirer les conclusions générales suivantes :

En premier lieu, la richesse de la faune entomologique est une preuve que la terre ferme avait à cette époque une vaste étendue, et qu'ici nous n'avons pas à faire simplement avec une petite île de la mer liasiqûe. — L'existence des Insectes aquatiques (Libellules, Coléoptères, etc.), qui étaient si nombreux, révèle la présence d'un fleuve ou d'un bassin d'eau douce. Nous savons que toutes les petites îles de l'Océan ne donnent asile qu'à fort peu d'animaux aquatiques; ainsi les îles Canaries, Madère, les Açores, n'en possèdent que fort peu. La raison en est simple : les ruisseaux sont trop petits et presque complétement desséchés à certaines époques de l'année, ce qui nuit aux conditions d'existence des animaux d'eau douce. Il faut qu'une île ait une certaine étendue pour que les ruisseaux n'y tarissent pas. — Tout en admettant qu'à l'époque liasique il tombait probablement beaucoup plus de pluie que de nos jours, et que cette pluie se répartissait plus également pendant l'année que dans les îles que nous venons de nommer, la quantité des Insectes d'eau douce que nous retrouvons nous porte à croire que l'île liasique était fort grande. Il n'est pas difficile de déterminer quelle était l'étendue de ce pays. Nous avons déjà vu plus haut (p. 58) qu'à l'époque keupérienne le continent de la Forêt-Noire, notre pays d'Odin s'étendait jusqu'à Passwang et jusqu'à Staffelegg. On ne peut pas affirmer que Schambelen y fût compris; mais nous avons vu (p. 69) que probablement le keuper de cette localité était le produit d'une eau saumâtre, et que par conséquent il indiquait une côte. Elle existait en tous cas dans les premiers temps de l'époque liasique. Les marnes liasiques de Schambelen forment les côtes sud de ce continent. Nous pouvons les

suivre jusqu'à Staffelegg, près d'Aarau. J'ai trouvé là (dans la direction du Nord, près du débouché de la vallée de l'Aar, dans le Frickthal occidental, au-dessus de la route), dans du lias schisteux, deux espèces d'Insectes, le Nitidulites argoviensis (Pl. VIII, fig. 2) et une Glaphyroptera, dont l'une a été découverte à Schambelen. Immédiatement au-dessus de ces schistes il y a, comme à Schambelen, un banc calcaire avec la Gryphæa arcuata et l'Ammonites Bucklandi, c'est-à-dire dans des conditions identiques.

Nous n'avons que de faibles notions sur la configuration à cette époque de l'île alpine dont nous avons parlé dans notre premier chapitre. On a découvert dans le lias de Tarasp, dans la Basse-Engadine, une espèce de Prêle (Pl. IV, fig. 11) qui est probablement la même que l'Equisetum liasinum de Schambelen; on a trouvé également quelques plantes terrestres, que nous décrirons plus tard, sur la chaîne du Stockhorn et près de Bex dans des couches liasiques les plus récentes.

En second lieu, ces plantes fossiles retrouvées à Schambelen ne suffisent pas à expliquer la présence des Insectes que nous avons énumérés.

Nous avons vu plus haut que l'île liasique devait avoir produit des Mousses et des Champignons que nous y avons cherchés en vain; on peut également se demander s'il y avait déjà des arbres dicotylédones et des herbes, car la présence seule des Insectes ne suffit pas pour l'affirmer. Malheureusement nous savons très-peu de chose des rapports de ces Insectes avec les Cycadées; et, en général, la manière de vivre de la plupart des Insectes des zones tropicales nous est complétement inconnue.

La farine abondante des troncs de Cycadées n'a pas certainement dû servir seulement aux Blattes et aux Termites, mais elle a sans doute fourni leur nourriture aux larves de beaucoup de Buprestes. Pour d'autres, nous trouvons, en revanche, dans les Conifères de Schambelen, Araucarites peregrinus et Thuites fallax, une nourriture qui leur était appropriée; c'était le cas principalement pour les 5 espèces de Mélanophiles, les Élatérides et les Sitones.

Le Chrysomelites prodromus devait vivre sur le Bambusium liasinum, par analogie avec le Chrysomela graminis qui se rencontre sur les Roseaux.

La faune entomologique ne nous fournit donc aucune preuve de la présence d'arbres feuillus. Il est important d'observer que tous les Mélolonthides et les autres familles de Lamellicornes, qui vivent dans les forêts d'arbres feuillus, manquent complétement dans le lias; on en peut dire autant des milliers d'espèces d'Insectes ayant à présent la même nourriture et dont nous n'avons aucun représentant dans la faune de Schambelen.

En troisième lieu, on pourrait croire, par analogie avec d'autres classes d'animaux, que les Insectes primitifs devaient avoir une taille remarquable et des formes étranges; mais il n'en est rien, et on s'en convaincra en jetant un coup d'œil sur les Pl. VII et VIII. Il y avait à la vérité quelques grands types dans les Libellules et les Euchroma; mais la plupart des espèces sont petites, et même plus petites que les plus petites de la même famille connues de nos jours.

Le même fait s'observe chez les Insectes du lias anglais; on en a conclu que le climat du lias devait être un climat tempéré, parce qu'en général, dans les climats tempérés, les Insectes sont plus petits que dans les climats chauds et tropicaux. Mais cette déduction n'est pas exacte.

Là où les conditions climatériques ont permis à la végétation de se développer d'une manière luxuriante, beaucoup d'Insectes ont acquis de grandes proportions: ainsi dans les parties tropicales de l'Amérique et de l'Asie; mais à côté d'eux, il y a des milliers d'espèces fort petites. Nous ne pouvons donc inférer de ce que les Insectes du lias étaient petits, qu'à cette époque leur vie n'était pas soumise à des conditions climatériques favorables, et que par conséquent les grandes formes ne pouvaient se produire, comme de nos jours, sous les tropiques, car les plantes dicotylédones phanérogames, dont ces Insectes se nourrissent, manquaient complétement alors. Il est connu que les plus gros Insectes trouvent leur nourriture dans les arbres feuillus: ainsi chez nous les Cerfs-volants (Lu-

cani), et sous les tropiques, les puissants Scarabées. Ce n'est donc pas le manque de chaleur, mais le manque d'arbres feuillus qui est la principale raison de l'exiguïté de la plupart des Insectes de cette époque.

Si nous observons la proportion numérique des familles, nous verrons qu'elle dénote un climat chaud; nous rappellerons entre autres les Buprestites, qui sont nombreux, ainsi que les Termites et les Blattes; nous rappellerons aussi que parmi les premiers on trouve des formes vraiment tropicales, et que les Blattes ont bien plus d'analogie avec celles des zones chaudes qu'avec les nôtres. Il en est de même pour les végétaux. Les Cycadées ainsi que les grands Roseaux et les Fougères à nervures réticulées n'habitent que les zones chaudes et torrides.

D'autre part, les Araucaria s'avancent depuis les zones chaudes jusqu'aux tempérées, et le Thuya jusqu'aux latitudes Nord; néanmoins, parmi les Conifères, ces deux arbres sont ceux qui descendent le plus au Midi; ils ne modifient donc pas l'hypothèse que nous avons énoncée plus haut, quoique leur présence seule ne permette pas de conclure à un climat chaud. Ce n'est pas l'air seulement, mais aussi la mer qui avaient sous nos latitudes une température plus élevée que de nos jours; les Ammonites, proches parentes des Nautiles qui vivent actuellement dans les Indes, en sont une preuve, ainsi que les Pentacrinites, qui ne se tronvent que sur les côtes des Antilles. On est frappé au premier abord de ne pas voir de bancs de Corail dans le lias; mais il ne faut pas oublier que le Corail manque encore de nos jours sous les tropiques partout où un fleuve se jette dans la mer, comme aussi dans les endroits où il se produit beaucoup de vase, la vie de ces Polypiers étant impossible dans ces conditions. Aussi longtemps que le lias se composera de marnes de couleur sombre, nous n'y trouverons aucune trace de Corail.

Maintenant que nous nous sommes orientés sur notre île liasique, il serait intéressant de jeter un coup d'œil sur les autres continents de cette époque.

Dans le lias de la Forêt-Noire et en général de l'Allemagne méridionale, on n'a point encore trouvé de plante terrestre fossile; mais près

d'Halberstadt et de Quedlimburg, ainsi qu'au sud de l'Angleterre (principalement dans le Glowcestershire, le Warwichshire, le Somersetshire et le Dorsetshire) on a observé les traces de côtes marines semblables à celle de Schambelen; on y a trouvé des plantes, et en Angleterre des Insectes; mais dans toutes ces localités il n'y a pas trace d'arbres feuillus; les forêts y étaient formées aussi de Cycadées et de Conifères; la végétation herbacée se composait de Fougères, parmi lesquelles nous retrouvons en partie les mêmes espèces que dans notre île liasique, ainsi le Phlebopteris polypodioïdes et le Camptopteris Nilssoni; un de nos Conifères apparaît aussi dans le lias anglais, c'est l'Araucarites peregrinus. En général, la flore liasique a encore les caractères fondamentaux de celle du trias. Les forêts étaient encore composées de Cycadées et de Conifères qui diffèrent comme espèces de ceux du trias, mais avaient le même port; quant aux Fougères, elles appartiennent en grande partie aux mêmes genres. — Ce qui distingue la flore liasique de la triasique, c'est que, du moins chez nous, les grandes espèces arborescentes d'Équisétacées sont réduites à de petites formes herbacées.

On connaît jusqu'à présent 56 espèces d'Insectes provenant d'Angleterre, dont : 7 Orthoptères, 12 Névroptères, 29 Coléoptères et 6 Hémiptères et deux espèces ailées, qui ne sont pas déterminées. Peu d'espèces de ce pays ont été retrouvées dans le nôtre, et cependant l'ensemble de la faune entomologique a le même caractère.

Les espèces communes sont: Elaterites vetustus Brod. sp., Hydrobiites veteranus et, quoique avec moins de certitude, le Gomphocerites Bucklandi Br. sp., Bellingera ovalis, et le Glaphyroptera gracilis. Les Coléoptères représentent encore l'ordre le plus riche; ensuite viennent les Névroptères, les Orthoptères et les Hémiptères. Les Lépidoptères et les Hyménoptères manquent; en fait de Diptères, on n'est pas fixé encore sur les traces qui en ont été trouvées. Parmi les Coléoptères, ce sont encore les Buprestes qui dominent, et parmi les Coléoptères aquatiques de petits Hydrophilides. Les genres sont en partie les mêmes.

En Angleterre, ainsi que chez nous, pendant l'époque liasique de pe-

tites Cicadelles sautillaient dans les broussailles, les Libellules se balançaient dans les airs, tandis que les Blattes et les Termites cherchaient leur nourriture dans les forêts, que les Punaises des bois donnaient la chasse à d'autres petits animaux, et que de joyeux essaims de Gyrines s'ébattaient à la surface de l'eau.

Là aussi se trouvaient les Sauterelles qui troublaient seules par leur chant peu harmonieux le silence des forêts primitives.

Cet ensemble de caractères nous révèle que les conditions extérieures d'existence étaient les mêmes autrefois en Angleterre que chez nous, et que les conditions climatériques surtout étaient identiques. Les matériaux composant les roches liasiques en Angleterre sont semblables aux nôtres dans beaucoup d'endroits. En longeant la côte de Charmuth à Lyme dans le Dorsetshire, on rencontre partout des rochers marneux battus par les flots, qui rappellent tout à fait Schambelen, et semblent avoir été formés dans les mêmes circonstances.

Là la mer baigne encore les côtes comme à l'époque liasique, délitant les roches molles du bord et les déposant dans ses profondeurs pour la formation de nouveaux rochers, tandis que chez nous notre lias se trouve enfermé dans un continent.

Nous pouvons voir par cet aperçu général des formations liasiques en d'autres pays, que la vie organique de Schambelen n'était pas simplement un phénomène local, et nous pouvons nous faire une idée exacte du monde organique et inorganique de ces premiers âges de la terre, stéréotypé dans les roches comme une collection merveilleuse de plantes et d'animaux.

Retournons maintenant à Schambelen avec les faits que nous avons constatés et restant dans le vrai, essayons de reconstituer par l'imagination la vie et le mouvement qui animaient notre anse marine (Voir la planche ci-contre).

Nous nous plaçons sur une éminence qui domine la baie, et nous nous reposons à l'ombre d'une Cycadée, l'air du matin passe frais et pur au travers de ses feuilles découpées. Nous voyons de là les hauteurs voisines

couronnées de Cycadées au feuillage raide et pinné, et de Conifères à l'ombre desquels s'étalent les Fougères à feuilles plus ou moins finement découpées, et où pullulent les tristes Champignons.

Le fleuve coule à nos pieds; ses bords sont couverts de Roseaux et de Prêles herbacées. Au-dessus des eaux voltigent de grandes Libellules qui parcourent les Roseaux du bord, pendant que de brillants Buprestes, d'agiles Élatérides et de charmantes petites Nitidulides bourdonnent dans notre arbre et se chauffent au soleil sur ses feuilles ou ses fleurs.

Si nous nous approchons du bord, nous remarquons que les eaux tranquilles du fleuve charrient jusque dans la baie des feuilles, du bois et des Insectes d'espèces variées qui s'enfonceront dans le fond vaseux pour former des masses organiques. L'eau ne transporte pas seulement des animaux morts, mais elle donne asile à de nombreuses créatures dont elle est l'élément, et qui, réunies en troupes nombreuses et variées, semblent heureuses de vivre.

Il y a plus de soleil et de mouvement dans ce paysage que dans celui de l'époque carbonifère. L'excédant des vapeurs de l'atmosphère a été absorbé. Les masses de gaz acide carbonique ont été assimilées par les végétaux qui ont été enfouis en terre comme une riche provision de combustible pour les âges à venir. L'air en est devenu plus léger et plus transparent, et le soleil répand partout son influence vivifiante. — Les arbres feuillus manquent toujours, ainsi que les fleurs; la nature n'a pas encore de voix; les Sauterelles sont les seuls chanteurs de ce monde désert.

Cette phase paraît avoir duré un temps relativement court; nous avons vu plus haut que la marne renfermant les Insectes et les plantes terrestres n'avait qu'une faible épaisseur. Déjà dans les couches marneuses supérieures on n'en rencontre plus; au-dessus vient un banc calcaire de 10 pieds d'épaisseur dans lequel nous ne trouvons plus aucune trace d'organismes de la terre ferme. Cette chaux renferme à sa partie inférieure et dans une épaisseur de 4 pouces environ une couche compacte de corps cylindriques et très-ramifiés, Cylindrites lumbricalis

Kurr sp., formée probablement de plantes marines; dans une couche suivante de 12 pouces environ, se trouvent des Ammonites : Amm. Buklandi, Rhynchonella variabilis, Pleurotomaria similis et le Belemnites acutus. Dans une troisième couche dure et remplie de cailloux, les pétrifications manquent, tandis que dans une quatrième il y a une grande abondance d'animaux marins : Gryphées, Ammonites; A. planicosta, armatus, Rhynchonella oxynoti, et des Pentacrines.

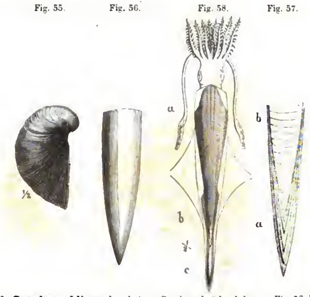


Fig. 55. **Gryphæa obliqua** du calcaire à Gryphées de Schambelen. — Fig. 56. **Belemnites acutue,** Mill. — Fig. 57. La même, coupe longitudinale. — Fig. 58. Bélemnite restaurée telle qu'elle était probablement.

L'espèce de Gryphite la plus commune est la Gryphæa obliqua (fig. 55) qui ailleurs n'apparaît que dans les dernières couches supérieures du lias (betakalk de Quenstedt), tandis que la Gryphæa arcuata, espèce très-voisine, occupe les couches inférieures. Les Gryphées ont deux grandes valves inégales; l'une de ces valves a un long crochet courbé en spirale, tandis que l'autre, beaucoup plus petite, est plane et même un peu concave.

Parmi les Ammonites, l'A. Bucklandi se distingue par sa grosseur. On en a trouvé des morceaux provenant d'animaux d'un pied de diamètre. Dans ce dépôt calcaire, ce sont les Bélemnites qui dominent* (Belemnites acutus, fig. 56, 57).

Les Bélemnites ont un corps fusiforme généralement muni d'un rostre à son extrémité; elles sont très-répandues dans le Jura, où par place on les trouve par milliers. Elles ont depuis longtemps attiré l'attention du peuple, qui dans beaucoup d'endroits les appelle : doigts du diable, pierre de chat ou pierre de foudre, leur attribuant une vertu surnaturelle; on en fait des amulettes et elles sont devenues un article de commerce comme les Ammonites dans l'Himalaya. Un simple examen des Bélemnites a démontré depuis longtemps qu'elles ne sont que l'analogue de l'osselet du Calmar ou la pulpe calcaire de cet animal. On peut par analogie reconstruire la Bélemnite comme suit. Elle se composait de trois parties :

1° Un osselet corné (fig. 58 a) fermé à la base, ouvert en avant, protégeant le dos, mais dont les bords du côté ventral n'étaient pas réunis;

2° Une alvéole (ou phragmocone) calcaire (fig. 58 b) divisée en loges par de nombreux diaphragmes disposés comme des verres de montre superposés. Du côté ventral, les diaphragmes sont percés par un tube ou syphon. L'alvéole (fig. 58 c) est entourée d'une gaîne calcaire ou rostre qui se compose de nombreuses couches fibreuses rayonnantes et forme ainsi la troisième partie de l'animal.

L'osselet corné est rarement conservé; c'est pourquoi d'ordinaire nous ne trouvons que l'alvéole avec son rostre, ou celui-ci seulement. Tout cet appareil, semblable à celui des Seiches, était enveloppé de parties molles qui ne se sont pas conservées; c'est pourquoi on ne peut se former une idée exacte de l'animal que par son analogie avec les Seiches vivantes (fig. 58). Cette manière de voir est confirmée par une pièce remarquable qui a été découverte dernièrement dans le lias de Charmuth, en Angle-

* Les plus anciennes Bélemnites de notre pays proviennent des couches de Kössen, à Scesaplana.

terre. Dans ce spécimen, non-seulement les organes durs se sont conservés, mais aussi les crochets qui armaient les bras. Ces crochets se trouvent en lignes régulières à la place que devait occuper la tête. Ce type remarquable s'annonce dans le trias par quelques restes; c'est dans le calcaire à Gryphées seulement qu'on rencontre des individus qui peuvent être déterminés.

Après ce banc calcaire qui apparaît aussi au Staffelegg dans le Frickthal, près de Laufenbourg, ainsi que dans plusieurs localités des cantons de Bâle et de Soleure, vient immédiatement, à Schambelen, un calcaire sablonneux jaune et une marne arénacée gris-clair. Au-dessus, le sol est en grande partie couvert de végétation; mais 125 pieds plus haut cette marne se montre de nouveau et forme des marnières au-dessus de la route, près de Müllingen. Dans cet endroit, la marne jouit des mêmes propriétés que dans les gisements inférieurs; elle est très-employée comme engrais agricole; nous y avons cherché en vain des Insectes et des plantes terrestres. Elle n'appartient plus au lias, mais bien au plus ancien jura brun (argile à Opalinus) dont nous parlerons dans le chapitre suivant.

Les roches qui se trouvent entre les marnières supérieures et inférieures forment les couches supérieures du lias; on les a désignées sous le nom de *lias supérieur* ou *Toarcien.*

Ce sont des formations exclusivement marines et qui donnent à Schambelen l'Ammonites communis, Estheria Bronnii, Chondrites bollensis elongatus K. et quelques Polythalamiens.

Dans d'autres localités des cantons d'Argovie, de Bâle et de Soleure on a beaucoup mieux observé ce lias supérieur, ainsi que les couches qui précèdent. M. C. Mösch a compté environ 70 espèces d'animaux marins dans le lias moyen de l'Argovie (au Kirchacker d'Ittenthal, au Rebberg au nord de Frick, au Zeinlematt et près de Gipf). Ces marnes fournissent également un excellent engrais pour les prairies. Par places, elles sont molles et fortement colorées; ailleurs elles sont dures et se présentent sous forme de feuillets calcaires qui, lorsqu'on les brise, répandent

une odeur de bitume et d'ammoniaque. Elles s'effeuillent facilement, mais résistent plus longtemps que la marne molle; dans les gorges et les endroits abruptes elles forment des couches en saillie comme des escaliers.

Ces marnes sont riches en pétrifications parmi lesquelles nous avons remarqué de nombreuses Ammonites, Bélemnites, Huîtres et Esthéries. A côté de ces animaux, M. Mösch a découvert en Argovie des Poissons: Lepidotus gigas, et Leptolepis Bronnii, des os du grand Ichthyosaure, I. platyodon Conyb. Par places, les roches du lias supérieur (ainsi entre Gansingen et Buron et dans les schistes posidoniens de Betznau) sont remplies des restes d'une Algue marine, Chondrites bollensis (Pl. V, fig. 20) qui se détachent comme des buissons de couleur claire sur la pierre noire*. A côté d'elles on rencontre encore à Betznau une plante bizarre, le Fucoides Mœschii Hr. (Pl. IV, fig. 23 b, $^1/_2$ gr. nat.); il a une longue tige épaisse, ovale à l'extrémité supérieure et se terminant à l'autre bout par un corps en forme de rognon qui probablement renfermait une bulle d'air; il a une grande analogie avec le Fucus nodosus L. dont la tige est pourvue de distance en distance de grandes bulles remplies d'air. Dans quelques exemplaires fossiles, la tige (ou mieux le corps de l'Algue) se continue au delà de ce renflement (Pl. IV, fig. 23).

Nous avons vu dans notre Ch. I[er] que nos Alpes actuelles formaient une île composée de masses cristallisées et de schistes anthraciteux. La chaîne du Stockhorn, ainsi que les localités situées entre Aigle et Bex

* On rencontre ici soit la forme à branches plus serrées et un peu plus rétrécies à la base (Chondrites bollensis cæspitosus Kurr), soit le Ch. bollensis elongatus Kurr, dont les rameaux allongés sont plus distants les uns des autres. J'ai reçu du Randen de beaux exemplaires du premier (Pl. IV, fig. 20); le second provient de Lechthal et de Bernhardsthal dans le Vorarlberg; il m'en a été envoyé également du col de Madeleine et du col des Encombres en Savoie, ainsi que du calcaire rouge à Ammonites de l'Alpe Baldovana près de Mendrisio. Il est donc très-abondant dans le lias supérieur. Les Ch. filiformis Fisch et Ch. divaricatus sont différents du Ch. bollensis, quoique Kurr les ait confondus. Le premier a des branches filiformes, raides, de 3/10[es] de ligne de largeur, très-écartées; le second a des branches plus serrées et très-délicates; elles sont aussi plus étalées, insérées à angle moins aigu, et presque toutes de même longueur.

ont dû faire partie du continent de l'époque triasique sous forme d'îles ou de presqu'îles et de promontoires. On y a trouvé plusieurs plantes terrestres. Sur le sommet du Hochmad, à mi-hauteur du Blumenstein, on a découvert trois espèces de plantes intéressantes: une Cycadée, Zamites gracilis Kurr (Pl. V, fig. 1) et deux Conifères, Widdringtonites liasicus Kurr sp. (Pl. V, fig. 4) et Thuites fallax Hr. (fig. 2, 3). Ce dernier existait à Schambelen (page 97). La Cycadée avait des feuilles d'un pied de long, mais seulement d'un demi-pouce de large; les pinnes raides, plates, sillonnées de nombreuses nervures longitudinales et grossièrement arrondies à l'extrémité, étaient rangées sur les côtés du dos de la feuille, qu'elles recouvraient en partie. Le sommet de l'arbre était probablement garni de feuilles semblables, longues et étroites qui, en se réunissant, formaient une couronne au sommet du tronc.

Les deux Conifères avaient très-probablement l'aspect de notre Thuya. Le lias supérieur des environs de Bex a donné une Fougère: le Sagenopteris Charpentieri Hr. (Pl. V, fig. 5). Les feuilles sont pourvues d'un réseau de nervures très-fines et compliquées; il y avait probablement plusieurs pinnes (telles que les représente la fig. 5) formant une feuille palmée.

Dans le lias supérieur de Boll (Wurtemberg), on a trouvé le Zamites et le Widdringtonites de Blumenstein avec un Araucarites. Cette localité où il y avait autrefois une côte marine, est devenue célèbre par la remarquable abondance des animaux qui y sont enfouis. On y a exhumé les immenses squelettes presque complets d'Ichthyosaure qu'on peut admirer au Musée de Stuttgart*; on y a tronvé également le Rhamphostome au long bec, des Sauriens volants, des Sépia avec leur poche à encre, et de nombreux Poissons aux brillantes écailles.

Près de Bex, et sur la chaîne du Stockhorn (à Langeneckgrath et à Blumensteinallmeind), on rencontre aussi de nombreux animaux marins

* La collection du Polytechnicum de Zurich en possède un très-bel échantillon de 9 pieds de long.

de l'âge liasique*, ce qui prouve que pendant cette époque la mer s'étendait jusque-là; on y trouve aussi plusieurs Algues marines: les Chondrites bollensis, filiformis et divaricatus, Fisch.; de nombreuses Ammonites (66 espèces), des Bélemnites, Inocérames, Limes et Térébratules. Quant à l'intérieur même de nos Alpes, nous n'avons que quelques traces de gisements liasiques. Les plantes terrestres de l'île alpine ont été détruites, à ce qu'il paraît, sans laisser de traces, et les dépôts de la mer qui baignait ce continent ont été, soit enlevés par les flots, soit recouverts par des formations plus récentes.

Nous avons diverses preuves que la mer s'est avancée au nord jusque dans la région de nos Alpes calcaires, et qu'au sud elle pénétrait dans l'intérieur des terres par des fiords très-encaissés. Ces preuves nous sont fournies, soit par les restes d'animaux marins, trouvés au Glärnisch et à Magereu (Cardinia**), soit par les gisements calcaires avec Bélemnites qui s'étendent depuis le Luckmanier à travers la partie supé-

* M. K. Brunner, dans son traité sur le massif du Stockhorn (Denkschriften der schweiz. naturforsch. Gesellschaft, XV), compte 119 espèces de Mollusques marins, dont 34 du lias inférieur, 53 du lias moyen et 32 du lias supérieur du Stockhorn; ces derniers sont identiques, quant à l'espèce et au degré de conservation, aux espèces du lias supérieur de la Souabe.

** Escher de la Linth a trouvé au sud-est de Magereu (versant est de la pointe de Malabitz) un banc de calcaire foncé, à taches de couleur jaune-rougeâtre, qui renferme les Cardinia hybrida Sow., C. concinna Sow., C. Listeri Sow., C. Deshayesi Terq., C. De Soudini Terq. et Plicatula Hettangensis Terq. Ces fossiles montrent que ce gisement appartient au lias inférieur (sinemurien). Au-dessus, dans les environs de Magereu et de Spizweilen, on peut observer des calcaires noirs, grenus, qui renferment des restes de Pentacrines et près de Betschwanden des Pecten Hehlii Orb. et P. æqualis Orb. Sur les pentes, au-dessus de Ruti, outre les deux espèces de Peignes indiquées ci-dessus, on rencontre le P. textorius Goldf. et l'Ammonites Conybeari; ces calcaires appartiendraient donc à la zone de l'Ammonites Bucklandi. Le calcaire entre Mols et le Molseralpweg a donné les Spirifer pinguis, Terebratula cor Lam., Pecten Hehlii et P. textorius, Pinna Hartmanni et Belemnites acutus Mill. C'est au lias supérieur et au moyen qu'il faut rapporter les nombreux calcaires arénacés et quarzeux qui composent les montagnes en formes de ruines de Magereu, de Gulderstock et de Braunwalderalp du côté de Klausen. Ils renferment des Bélemnites et à Oberblegialp la Terebratula numismalis. Comp. J. Bachmann, über die Juraformation in Kant. Glaris. Berner Mittheilungen, p. 144 et 549.

rieure du Livinenthal jusqu'au Nufenen ; soit enfin par les roches calcaires du sud et du centre des Grisons ; ces roches sont enfermées maintenant par les masses des schistes et des granits grisons et n'apparaissent plus que comme des îlots, mais, sans aucun doute, elles étaient autrefois réunies. La rareté extrême des pétrifications ne permet pas de décider si ces sédiments ont été déposés pendant l'époque liasique, ou de suite après.

Cependant, près de Santa-Maria (au Luckmanier) et à Samaden, en Engadine, le calcaire renferme de nombreuses Bélemnites qui paraissent avoir appartenu au lias. Le professeur Théobald a découvert au Piz Padella, au nord de St-Moritz dans la Haute-Engadine, des Algues marines dont l'espèce la plus fréquente est tout à fait semblable à une espèce liasique. C'est un Chondre filiforme (Pl. IV, fig. 22 du Piz Padella) qui était très-répandu à cette époque et qu'Escher de la Linth a ramassé aussi dans le lias du Vorarlberg. Une autre espèce exceptionnellement gracieuse, fine comme un cheveu et pourvue de rameaux très-raides, le Chondrites Padellæ Hr. (Pl. IV, fig. 21), n'a encore été trouvée qu'à Padella.

Dans le Prättigau, le lias apparaît au fond de la vallée au-dessus de Ganey, comme l'atteste l'Ammonite liasique trouvée par Théobald.

Le lias de l'Engadine et du Vorarlberg a le même caractère que celui de la Bavière et de l'Autriche, tandis que celui des Alpes occidentales et du Jura a plus de rapport avec le lias de la Souabe et de la France. Celui-ci se compose de calcaire noir et de schistes, pendant que celui-là est formé d'un mélange de calcaires rouges et gris. La Suisse orientale paraît donc avoir servi de séparation entre les mers liasiques de l'Europe sud-orientale et celles de l'Europe occidentale, sans que nous puissions nous rendre exactement compte de sa configuration à cette époque. La différence qui existe entre ces deux lias provient peut-être de la nature du sol qui a fourni les sédiments.

Les formatious triasiques de l'Europe orientale seraient en grande partie l'œuvre d'nne mer profonde, tandis que celles de l'Europe occidentale proviendraient, soit de lacs d'eau douce, soit de bas-fonds ma-

rins ou d'eau saumâtre. Les premières en général se composent d'un calcaire dur, les dernières d'une marne molle et de masses de grès qui, pendant l'époque liasique, ont fourni les éléments des nouveaux dépôts marins et en ont déterminé, soit la couleur foncée, soit la nature marneuse.

Nous avons vu que les marnes liasiques servent d'engrais pour l'agriculture; dans de nombreuses localités, elles sont exploitées et exportées au loin. Cet emploi de la marne est fort ancien, et nous lisons dans Pline que « dans le pays de Galles et en Bretagne on engraissait les champs pour 80 ans avec cette *graisse de la terre.* » Le lias donne au sol une grande fertilité; c'est à lui qu'il faut attribuer la luxuriaute végétation dont sont couvertes les collines et les vallées qui descendent du Jura dans les cantons d'Argovie et de Soleure. Même dans les localités désertes où règne la dolomie, on aperçoit quelques riches prairies qui proviennent de couches liasiques recouvrant par endroits cette formation.

Les marnes liasiques renferment de l'huile minérale fournie selon toute apparence par la graisse des animaux qui y sont enfouis, et qui s'est combinée avec des substances minérales.

Ces matières grasses sont si abondantes en Souabe, dans les couches supérieures du lias, que près de Reutlingen elles sont exploitées en grand et fournissent une excellente huile d'éclairage.

D'après les calculs de Quenstedt, un mille carré de schistes bitumineux, au pied des Alpes souabes, renferme au moins 200 millions de quintaux d'huile de schiste, et il remarque très-justement à ce sujet que la nature fait de grandes choses avec des moyens petits en apparence.

CHAPITRE IV

LA MER JURASSIQUE

La mer. Nous demeurons au centre d'une ancienne baie marine. — Différentes zones marines et leurs habitants. — Distribution de ces dernières. — Application de ce qui précède à la mer jurassique.

A. Le jura du nord et de l'ouest de la Suisse. — Les dépôts proviennent en grande partie des bas-fonds. — Les zones profondes, les Mollusques et les Coraux. — Formation des Coraux et des îles madréporiques de nos jours. — Atolls. — Écueils barrières et écueils bordures. — Leur distribution. — Les bancs de Coraux du Jura. — Leur formation et leur influence sur la répartition des animaux dans la mer jurassique. — Les écueils bordures du golfe alsacien. — Les atolls du Jura soleurois et bernois. Les bancs de Tortues de Soleure. — Area des bancs jurassiques. — Écueils émergés et immergés.

B. Le jura alpin. — Grande importance de ses dépôts rocheux. — Pauvreté en pétrifications. — Couleur foncée du calcaire alpin. — Cause de cette coloration. — Vue générale des animaux de la mer jurassique. — Les Rayonnés, Polypiers, Éponges, Oursins, Mollusques, Vers marins, Sauriens, Tortues et Poissons. — Plantes marines. — La flore des îles madréporiques du Jura. — Etat des continents du reste de l'Europe pendant cet âge reculé. — Leur flore et leur faune. — L'époque jurassique comprend une longue période. — Division de l'époque en plusieurs étages, et preuves des transformations qu'a subies notre pays. — Influence du pays d'Odin sur nos formations jurassiques. — Le détroit marin de l'Argovie. — Il explique comment, par la suite des temps, il se produisit une différence toujours plus marquée entre la faune orientale et la faune occidentale de la Suisse ainsi que la formation de l'oolithe. — Principaux produits de l'époque jurassique. — Fer, Asphalte, Charbon, Pierres de construction. — Stérilité du jura blanc.

Lorsque par une belle journée d'été nous gravissons les sommets de nos montagnes, nos regards sont captivés non-seulement par l'aspect varié des campagnes, mais aussi par l'infini de l'horizon sans bornes qui se perd dans le lointain.

Au-dessus de nous s'étend le sombre azur du ciel majestueux et insondable. La voûte céleste s'abaisse vers la terre dans un vague bleuâtre, et semble vouloir l'initier à ses mystères; elle ne paraît à nos yeux que comme un voile derrière lequel l'infini succède à l'infini.

Nous recevons les mêmes impressions lorsque, pour la première fois, nous apercevons la mer dont la couleur se fond avec celle du ciel. Nous pensons alors à tout ce monde de plantes et d'animaux qui couvrent les côtes, et nous font pressentir que les mystérieuses profondeurs de l'Océan sont aussi habitées par des myriades d'êtres animés. Nous ne parvenons à connaître ce monde merveilleux qu'au prix de laborieuses recherches, et uniquement par les débris que la mer en furie rejette sur nos côtes. Pour jouir du spectacle grandiose que nous offre la mer, il faut souvent s'imposer de longs voyages; cependant, nous pouvons aussi l'étudier dans notre propre pays d'une manière plus commode; car nous habitons au milieu d'une vaste baie marine, dont l'eau s'est écoulée et dont le fond s'est solidifié. Nous ne voyons plus, il est vrai, les vastes étendues d'eau, mais bien les profondeurs de la mer qui, en se relevant, nous ont livré leurs trésors cachés.

Tantôt nous apercevons de vastes bancs de Corail formant des pans entiers de rochers, jadis animés par des myriades d'animaux occupés à construire ces rochers calcaires. C'étaient d'habiles architectes et de rudes travailleurs; malgré la fragilité de ces petits êtres, leurs édifices ont traversé les âges, et ont contribué à l'érection de pyramides rocheuses et de montagnes entières. Ces ouvrages sont plus admirables dans leur structure et plus gigantesques par la masse énorme des matériaux employés que les plus grandes constructions humaines. Tantôt ce sont des troupes entières d'animaux marins enfouis dans les lieux où ils ont vécu; ils furent tous, à n'en pas douter, victimes d'une même catastrophe et ensevelis ensemble dans la même fosse rocheuse. Ailleurs, ce sont des masses compactes de Coquillages de Mollusques marins, d'Oursins et d'Étoiles de mer telles qu'en produisent encore nos côtes marines, et que les vagues et la tempête rejettent sur la grève. De même que

nous éprouvons un attrait de curiosité à recueillir sur la plage des formes marines étranges; de même c'est avec un intérêt mêlé de surprise que nous retrouvons dans nos montagnes les habitants des côtes de cette époque primitive. Nous n'entendons plus les mugissements de la mer, mais nous avons devant nous un monde d'animaux bien plus riche encore et bien plus varié qu'il ne s'en rencontre sur aucune côte actuelle. Nos roches renferment la collection que fit la nature pendant des milliers d'années; elles nous disent clairement qu'autrefois ces contrées étaient tributaires de Neptune.

L'imagination en est vivement frappée et nous aide à faire passer devant nos yeux les scènes de cette époque reculée.

Ces animaux marins nous ramènent à cette période où une mer immense couvrait une grande partie de l'Europe, et où quelques îles et quelques bancs de Corail émergeaient seuls. Nous nous représentons cette vaste nappe d'eau comme si nous l'avions contemplée; il nous semble en voir les flots bleus se briser en écume blanche et couvrir les écueils; il nous semble entendre les derniers éclats de leur fureur lorsqu'ils venaient ensevelir les rochers de la côte sous leurs masses énormes, puis l'harmonieux murmure des ondes se retirant lentement de la plage, vient aussi charmer nos oreilles.

Les animaux marins que nous trouvons dans notre Jura, tout en étant pour nous une preuve que jadis notre pays était submergé, nous révèlent la disposition du sol sous-marin, et nous permettent de calculer les diverses profondeurs de la mer jurassique. Mais ce travail n'est possible que si nous étudions auparavant les conditions actuelles qui peuvent seules nous donner la clef des phénomènes passés.

Dans ces derniers temps, après quelques voyages et la découverte de localités particulièrement favorables aux recherches, on a prétendu un peu à la légère que la vie se retrouve partout et à toutes les profondeurs de la mer. Le fait n'est pas exact; car il y a dans la mer, comme sur la terre ferme, des localités où se rencontrent

beaucoup d'animaux, et d'autres qui sont désolées et complétement inhabitées.

Sur terre, le manque d'eau a formé des déserts où il n'y a ni plantes ni animaux; dans la mer, le manque d'air et de lumière, à de grandes profondeurs, empêche la vie organique. Chacun sait que le fond de la mer présente les mêmes inégalités que la terre ferme; les montagnes succèdent aux vallées, et les chaînes rocheuses alternent avec d'immenses plaines. Plus on s'élève sur les hautes cimes, plus aussi la vie devient rare; l'inverse a lieu dans la mer, et ce sont les pics et les chaînes de montagnes qui sont les plus riches, tandis que la vie disparaît dans les vallées et les plaines. Si ces dernières se trouvent à de très-grandes profondeurs, elles forment des déserts sans aucune végétation, tandis que les versants, les arrêtes, les sommets, comme aussi les plateaux qui sont à une faible profondeur voient fourmiller la vie.

Des prairies et des forêts d'Algues d'une immense étendue donnent asile à d'innombrables animaux. Non-seulement ces plantes leur fournissent la nourriture, mais elles dégagent continuellement de l'oxygène, qui est aussi nécessaire aux animaux marins qu'à ceux qui vivent à l'air libre. Ces animaux, d'autre part, fournissent à l'eau de l'acide carbonique qui est le principal aliment des plantes; c'est ainsi, qu'au fond même de la mer, la flore et la faune subviennent réciproquement à leur existence; partout les plantes sont une des conditions essentielles de la vie des animaux. Les Rapaces aquatiques se nourrissent de Mollusques qui à leur tour vivent de végétaux; et leur nombre est en proportion directe de la végétation sous-marine.

De même que sur la terre, certains animaux ont des demeures fixes et que d'autres entreprennent de grandes migrations, de même dans les eaux, quelques animaux marins restent toujours où ils sont nés, vivent au fond de la mer ou ne viennent que rarement à la surface, tandis que d'autres abandonnent les lieux qui les ont vus naître, font des voyages, seuls ou en grandes troupes, et poussent même jusque dans les déserts de l'Océan; on les a appelés : « Écumeurs de mer; on en distingue deux

groupes : les uns fréquentent de préférence certaines localités, ils parcourent les prairies d'Algues ou se cachent dans les trous de rochers, poursuivant leur proie ou attendant qu'elle soit à portée. Les autres sillonnent la mer dans toutes les directions, et entreprennent de lointaines migrations ; on compte parmi ces derniers les Polycistina, les Tunicata, les Acalepha, ainsi que beaucoup de Poissons, tels que les Maquereaux, les Thons, les Espadons, les Harengs, les Sardines. Leurs migrations sont réglées par les saisons ; plusieurs s'arrêtent à de certaines époques, à des profondeurs déterminées, tandis que les Requins et les Dauphins parcourent toutes les profondeurs.

Il y a beaucoup de Poissons qui appartiennent au premier groupe ; les Labroïdiens habitent les herbes marines et les Algues, les Barbillons, les Sparoïdes visitent les excavations de rochers, et sont accompagnés par la plupart des Calmars.

En fait de plantes, les espèces de Sargassum croissent abondamment en pleine mer. Elles ne sont pas fixées au sol, mais nagent dans l'eau et forment souvent des prairies d'une grande étendue.

Sans aucun doute, les mêmes lois auxquelles obéissent les plantes et les animaux marins actuels régissaient le monde primitif.

Notre Jura offre des roches remplies de débris d'animaux, et d'autres qui, sur une grande étendue, en sont complétement privées. Les premières se sont formées près des côtes ou dans des eaux peu profondes ; les dernières au contraire, surtout si elles ont un grain fin, proviennent de masses de limon déposé à de grandes profondeurs où la vie cesse. Il y a cependant des circonstances spéciales qui peuvent empêcher l'établissement des plantes et des animaux sur les côtes et dans les bas-fonds : ainsi des brisants ou un fond de mer composé de sable ou de galets continuellement agités.

Les conditions plus ou moins propices à l'établissement des faunes marines ont exercé sur elles une action semblable à celle auxquelles les faunes terrestres sont soumises. Ainsi, il y a des localités marines ressemblant à une contrée où s'élèveraient beaucoup de villes et de villa-

ges; d'autres sont semblables à des colonies éparses, à des fermes isolées ou aux oasis d'un désert immense. Sur les continents, la mer, les déserts et les grandes chaînes de montagnes forment des lignes de démarcation pour les faunes et les flores; dans l'Océan, les grandes profondeurs et les vallées désertes jouent le même rôle pour beaucoup d'animaux marins. Nous allons étudier l'influence de ces conditions diverses sur le développement de la vie, et sur la distribution des flores et des faunes marines.

Lorsque de l'intérieur des terres nous nous rapprochons de la mer, la flore se modifie de plus en plus, et le littoral même est orné d'une zone de plantes spéciales; si nous allons plus avant encore, la mer nous offre une flore toute particulière et des modifications importantes dans les formes des plantes et des animaux. Les pierres et les rochers du rivage recouverts par la marée, sont habités par des animaux qui sont fixés sur la roche (les Cirripèdes) comme des plantes, ou s'y maintiennent par une remarquable adhérence (les Patelles à forme d'assiette), et peuvent ainsi résister à la violence des flots. D'autres se cachent dans les creux et les fissures de la pierre (les Littorines), ferment leurs demeures au moyen d'un fort obturateur et y retiennent ainsi l'eau pendant longtemps. Ces animaux sont donc amphibies. Là où l'eau devient saumâtre par le fait de ruisseaux ou de sources, apparaissent de grandes masses d'Algues vertes (Entéromorphes, Ulves, Vauchéries), qui forment un vert tapis le long du bord; ailleurs, sur les parois de calcaire rugueux, vivent les Nullipores, qui s'étendent quelquefois à plusieurs lieues en mer; ce sont des plantes blanches, à tige roide, et dont les rameaux réunis comme en une touffe de gazon ressemblent au Corail. A la marée basse, elles s'essuient et restent des heures entières fraîches et pleines de vie sous l'influence de l'air et du soleil. Ces plantes et ces animaux habitent, entre le flux et le reflux, la zone intermédiaire désignée sous le nom de *Grève*. La zone suivante, qui va jusqu'à 100 pieds de profondeur, est appelée *Bas-fond;* c'est le rendez-vous principal des plantes et des animaux marins. La flore se révèle dans cette zone par une remar-

quable diversité de formes; ce sont en miniature des buissons et des arbres ramifiés comme ceux de la terre ferme, et qui étonnent par la beauté de leurs couleurs.

Les Algues qui croissent sur les fonds rocheux forment de vastes prairies et d'épaisses forêts; elles sont tantôt d'un vert sombre (Laminaria, Fucus), tantôt violettes, comme les Floridées, rose carmin ou rose pourpre. Par l'extrême délicatesse de leurs formes, beaucoup de ces Algues défient toute description; elles croissent à l'abri les unes des autres, ou s'enlacent autour de plantes plus grosses et les recouvrent; par la finesse de leur branchage, elles rappellent les Lichens et les Mousses terrestres.

Dans la partie supérieure de cette zone, nous trouvons principalement les Delesseries, les Gigartinies, les Gelidies, les Plocamies, les Callithamies, ainsi que quelques espèces de Sphäroccus et de Chondres. Sur les fonds de sable et de gravier, s'étendent les prairies d'herbe marine (Zosteren); au-dessus, on rencontre par places d'épais amas de Cystosires. Cette zone est la patrie des Oursins à radioles délicats, des Étoiles de mer et d'innombrables Mollusques: les Purpura, Patula, Rissoa, Conus, .Trochus, Murex, Pinnes, quelques espèces d'Astarte et de Cardite, des Huîtres et des Jacobites; dans les mers chaudes et tropicales, on rencontre les genres Melo, Mitra, Strombus, Terebra, Triton, Ovula, Cerithium, Donax, Mactra, Arca, Corbula, etc. C'est aussi le rendez-vous des Coralliaires, des Madrépores et des Astrées, qui jouent un si grand rôle dans les mers des latitudes torrides. On observe souvent aussi dans leur voisinage des Nullipores qui sont extraordinairement abondants dans les mers tropicales, et s'avancent sous les latitudes tempérées, où ils occupent la grève et la partie moyenne des bas-fonds.

Plusieurs espèces de Vers habitent dans les Éponges, dans les trous et les interstices des pierres. Ils représentent tout une armée de Troglodytes marins dont quelques-uns (Bostricus) atteignent une longueur de 10 pieds, et même de 50 (Nemertides). Les Gammarus, les Squilles

et les Crabes se choisissent des retraites dans les rochers, et ne se rencontrent que dans la partie supérieure de cette zone.

De temps à autre apparaissent des légions innombrables de petits animaux phosphorescents qui sont comme les luminaires de la nuit éternelle qui règne dans les abîmes de la mer. A cette région appartiennent aussi les nombreux Poissons qui se balancent à la surface des flots. Dans les mers du Nord le Merlangus et le Merlucius, dans la mer Méditerranée, les beaux Julis, etc., et sous les tropiques, les Scarus et les Chætodon étalent leurs brillantes couleurs. Il est à remarquer que dans cette zone, surtout dans les mers tropicales, non-seulement les plantes, mais aussi les animaux sont ornés de brillantes couleurs. Il ne faut pas s'étonner que la poétique imagination des anciens ait peuplé les grottes et les jardins de la mer de dieux et de nymphes à la taille lilliputienne, et parés de couleurs merveilleuses.

Si nous descendons plus bas, nous arrivons à la *Zone moyenne* (de 100 à 300 pieds), qui est encore richement peuplée; dans les mers d'Europe, en particulier, nous trouvons de grands Polypiers (les Sertulaires, les Plumulaires) qui ont tout à fait l'apparence de petits arbres ou de buissons; là aussi les coquillages, Peignes et Jacobites se rencontrent en bancs considérables. Les Algues et les Floridies deviennent rares; cependant, on trouve par places dans l'Adriatique de grandes quantités de Nullipores, et, çà et là des Cystosires, des Gelidies et de vertes Codies et Valonies.

Dans la *Zone moyenne inférieure* (de 300 à 600 pieds), les grandes plantes marines (Algues, Floridées) manquent, les animaux deviennent plus rares et leurs couleurs sont plus pâles; on y rencontre surtout des Bryozoaires à structure corallienne, quelques formes spéciales d'Étoiles de mer (Cidaris, Astrophyton) des Éponges (Tethya), et un certain nombre de Mollusques (Avicula, Venus, Lima, Pecten, Turritella, Corbula, Cardium, Nucula), parmi lesquels les Brachyopodes dominent. Quelques espèces de Poissons, tels que le curieux Chat marin (Chimera monstruosa). Quelques Sebastes et Molva semblent se plaire à ces profon-

deurs. C'est aussi là que se trouve, dans la Méditerranée, le Corail rouge le plus estimé.

Au delà de 600 pieds, les profondeurs ont été désignées sous le nom de *Zone des abîmes*. Dans la Méditerranée on ne rencontre aucune plante au-dessous de 600 pieds, à l'exception de petites formes microscopiques; et la vie animale qui devient toujours plus pauvre, finit par s'éteindre*. Dans l'Océan atlantique, cependant, les formes d'animaux supérieurs descendent beaucoup plus bas; il en est de même dans l'extrême nord, dans les zones tempérées et sous les tropiques. Le Dr Torell m'a assuré que sur les côtes du Groënland il n'avait pas observé aux grandes profondeurs de diminution importante dans la faune. Il a trouvé encore à 1500 pieds environ 20 Mollusques (parmi lesquels le Terebratella Spitzbergiensis). Entre le Spitzberg et le cap Nord, à 76°7 lat. nord, il a retiré d'une profondeur de 1400 à 1500 brasses de nombreux Polythalames

* Les nombreuses recherches faites par le Dr Lorenz dans l'Adriatique (voy. ses relations physiques dans la distribution des organismes dans le golfe de Quarnero, Vienne 1863) ont en général confirmé, pour la Méditerranée, les résultats acquis sur la matière par Ed. Forbes. La plupart des plantes et des animaux de l'Adriatique se trouvent dans la grève et les bas-fonds; au-dessous de 300 pieds, il n'y a plus que peu d'espèces. Les travaux de Lorenz ont montré qu'au-dessous de 200 pieds, il y a une si rapide diminution dans le nombre des espèces, qu'il est probable qu'aux profondeurs plus considérables de la Méditerranée, les plantes et les grandes formes animales disparaissent. Cependant, lorsqu'on releva le fil télégraphique qui plongeait, entre la Sardaigne et l'Algérie, à 2000 et 3000 mètres de profondeur, après deux ans de séjour dans l'eau, on y trouva fixées 3 espèces de Mollusques (Ostrea cochlearis, Pecten opercularis Lam. var. et Fusus lamellosus), et 3 Polypiers (Caryophyllia arcuata, C. electrica M. E. et Thalassiotrochus telegraphicus M. E.). Mais malheureusement, on ignore la profondeur de la mer à l'endroit précis où reposait le fil. Il est étonnant que le nombre d'espèces de plantes (à l'exception des Diatomacées) diminue beaucoup plus rapidement que celui des animaux. Chez ces derniers la diminution est plus lente et plus constante; les animaux de forte taille et d'une organisation élevée descendent à des profondeurs relativement plus grandes et y présentent des formes caractéristiques. D'après ce qui précède, il semblerait que la disparition de la lumière et le défaut d'alternance du jour et de la nuit, le calme de l'eau et le manque de produits en décomposition ont une plus grande influence sur les plantes que sur les animaux. Dans l'Océan atlantique, des recherches récentes ont signalé d'autres conditions, puisque, dans cette mer, la vie animale descend beaucoup plus bas; cela provient peut-être de la salure plus abondante des zones inférieures de la Méditerranée.

(Globigerina, Dentalina, Nonionina, Biloculina), un Crustacé (Cuma rubicunda Lilj), des Serpules et quelques Mollusques (Dentalium et Bulla).

Sur les côtes de Norwége, Sars a constaté à 200 et 450 brasses la présence de 427 espèces d'animaux, et de 42 espèces au-dessous de 450 brasses. Carpenter et Thomson ont obtenu le même résultat dans les eaux anglaises. Le dernier a même trouvé, à une profondeur de 2435 brasses (14,610 pieds), un Dentalium, une Étoile de mer, un ou deux Crustacés, plusieurs Annélides et de nombreux Polythalamiens. Mac-Clintock et Wallich ont rencontré à 7560 pieds des Comatules vivantes. Les sondages pratiqués par M. de Pourtalès lui-même à 567 brasses, dans les mers tropicales, entre la Floride et les Antilles, lui ont donné un Crustacé, une Ophiure et quelques Anuélides. Il a de plus acquis la certitude que, dans ces parages de 100 à 300 brasses, la faune est encore riche. Au pôle austral et à une profondeur de 1620 pieds, le Dr Hoocker a recueilli des Polypiers vivants (Primnœa Rossii St., Melitæa australis et Madrepora fissurata St.), quelques Mollusques, Serpules et Crustacés.

Les faits que nous venons de passer en revue nous prouvent que quelques représentants des grandes divisions des Invertébrés (les Articulés, Annélides, Mollusques, Rayonnés) peuvent vivre jusqu'à 8000 pieds dans un milieu très-froid. A une profondeur plus grande encore vivent de microscopiques Polythalames et Polycistines qui sont généralement répandus dans cette zone inférieure, et sont représentés par un nombre incalculable d'individus. Leur étonnante variété est digne de fixer l'attention ; la parfaite élégance et la régularité mathématique de leurs formes méritent notre admiration, et nous révèlent que, même dans les régions les plus basses de la mer, il n'y a pas de monstres informes, mais des êtres vivants délicatement organisés, et que la terre travaille continuellement à la production de myriades d'organismes. On a trouvé les coquilles de ces animaux dans des profondeurs de 10 à 20,000 pieds.

D'après Ehrenberg, l'argile grise qui recouvre le fond de la mer, serait composée en partie des coquilles de ces animaux. Les espèces qu'il

a étudiées jusqu'à ce jour peuvent être réparties de la manière suivante d'après les différentes zones qu'elles occupent :

	100 à 500 pieds	500 à 1000 pieds	1000 à 5000 pieds	5000 à 9000 pieds	10,000 à 15,000 pieds	15,000 à 20,000 pieds
Polycistiuies . . .	3	10	23	157	106	185
Polythalames . . .	56	73	124	136	87	9

Ehrenberg en conclut que ces animaux vivent parfaitement à ces grandes profondeurs, et qu'à 20,000 pieds la mer est remplie de petits organismes semblables.

Jusqu'ici la chose n'a pas été démontrée avec certitude. Les animaux que l'on a retirés de ces grandes profondeurs étaient morts, et beaucoup d'entre eux, tels que les Polycistines, y sont probablement tombés des zones supérieures. Mais lors même qu'ils n'occuperaient que les quelques milliers de pieds supérieurs de la masse liquide, ils pourraient contribuer dans une certaine mesure à l'élévation du sol de la mer par l'entassement de leurs carapaces calcaires et siliceuses tombant au fond de l'eau et cela pendant des milliers de siècles.

On a recueilli dans ces dernières années des Polycistines ou Radiolaires vivants, d'une grande richesse de formes, dans les couches supérieures de 20 à 700 pieds, et ce fait a prouvé qu'ils ne vivent pas exclusivement au fond de l'eau, mais qu'ils parcourent les différentes zones, et n'ont pas une area verticale déterminée; par contre, les Polythalames semblent préférer les grandes profondeurs, où ils vivent facilement.

L'absence de lumière et la température de l'eau ont une grande influence sur l'area verticale des plantes et des animaux marins. La pression croissante des masses liquides, l'absence d'air et les mélanges d'organismes étrangers, la saturation saline de l'eau ainsi que le mouvement décroissant des vagues dans les zones inférieures sont des agents dont il faut tenir compte. L'action des rayons du soleil ne s'exerce que sur

les couches supérieures, car déjà à 50 pieds l'intensité de la lumière diminue, sa couleur tourne au vert-jaune; à 150 pieds elle se change en un crépuscule jaune-rougeâtre; à 600 pieds il règne une nuit éternelle.

La température des couches supérieures, se modifiant d'après celle de l'air, change par conséquent suivant la latitude et l'époque de l'année; à mesure qu'on descend, cette influence diminue et disparaît complétement.

Dans les zones inférieures, l'eau de la mer a une température très-basse. Les couches supérieures sont sensibles aux changements du jour et de la nuit, de l'été et de l'hiver; mais, au-dessous, la température ne varie pas.

Les courants marins ont cependant une grande influence sur la température de l'eau, même à des profondeurs considérables. Il y a sans doute des courants d'eau froide qui proviennent des deux pôles, et se dirigent vers l'équateur; d'autre part, des courants d'eau chaude partant des tropiques, coulent vers les pôles. Le Dr Carpenter et Thomson ont trouvé au nord de l'Écosse, entre les 59e et 60e lat. nord et 4° à 12° long. ouest, une région chaude et une région froide. A la surface, l'eau avait une température de + 11° C. environ, et à 500 brasses (3000 p.) + 8° à 9° C. dans le courant chaud, et 0° C. dans le courant froid. La faune dans ce dernier était très-pauvre, et avait un caractère septentrional, tandis que, dans le courant chaud, elle possédait encore une assez grande richesse de formes. Cette zone reçoit sans doute sa température du Gulf-Stream, dont l'influence calorifique peut être suivie jusque dans l'extrême nord. Cependant, d'après Thomson, cette influence se perd dans les grandes profondeurs, et ne se fait sentir que jusqu'à 5 ou 700 brasses; de 2060 à 2435 brasses le même naturaliste a trouvé dans la baie de Biscaye une température de + 2°,5 C. Dans l'extrême nord, il semble que la température de l'eau entre 8 et 9000 pieds est environ de 0°; c'est du moins ce que permet de croire la température de + 0°,3 C., qu'avait le limon retiré de ces profondeurs entre le Spitzberg et le Cap nord et qui contenait les animaux cités plus haut, tandis que la surface offrait + 5° C. et l'air + 5° C.

Il est dès lors bien facile de comprendre que les animaux qui vivent dans les zones inférieures trouvent par toute la terre une température bien plus égale que celle des couches supérieures; de plus, l'eau y étant tranquille, ils y sont dans un repos complet, car les désordres de la tempête et le mouvement des vagues, provenant du flux et du reflux, ne parviennent pas jusqu'à eux. Ceci nous explique pourquoi les animaux des zones inférieures ont l'area horizontale* la plus étendue, tandis que ceux des régions supérieures sont aussi variés que les circonstances de latitude ou de climat dans lesquelles ils se trouvent.

Il ressort de ce qui précède que les faunes et les flores sous-marines subissent de même que la vie organique de la terre ferme les influences de lumière et de chaleur, d'état et de mouvement du milieu qui les environne.

La nature du sol marin a aussi une influence en rapport avec les propriétés du continent voisin, du moins sur les plantes et les animaux d'une zone restreinte.

Là où de grands fleuves se jettent dans la mer en y apportant une masse considérable de matériaux, le sol marin empruntera ses principes constituants aux pays traversés par les cours d'eau. Sont-ils couverts d'une riche végétation, l'eau renfermera une grande quantité de substance organique qui se déposera en limon noir; est-ce au contraire un désert de sable, le courant n'apportera que du sable; si le fleuve descend d'un pays montagneux, il entraînera avec lui une masse de pierres qui s'arrondissent en chemin, et se déposent dans la mer sous forme de galets dont les plus gros vont au fond.

* L'Idothea Baffini de la baie de Baffin a été trouvée aussi dans la zone australe; le Rhizocrinus lofotensis Sars a été observé de 237 à 306 brasses dans la mer des Antilles, dans la baie de Biscaye et sur la côte de Norwége. Il est donc évident que les courants marins exercent une grande influence sur l'area des espèces, par conséquent deux faunes marines très-différentes dans leur composition peuvent être très-voisines quant à la localité. Il est probable que les grandes profondeurs de l'Océan Atlantique recevant l'influence du Gulf-Stream, sont habitées par la même faune. Partout le sol semble être composé du même limon calcaire, formé en partie de coquilles de Polythalamiens (surtout du groupe des Globigerini), en partie de petits grains entourés d'une masse pâteuse et qui d'après Huxley doit être de nature organique (Bathybius Huxley).

Les minéraux à l'état solide qui sont charriés vers la mer, sont toujours déposés près de l'embouchure des cours d'eau; c'est pourquoi l'épaisseur des couches, formées de ces débris, varie beaucoup. Les fleuves contiennent en outre une énorme quantité de matières minérales en solution, principalement de l'acide silicique et du carbonate de chaux, que les tempêtes répartissent également dans l'Océan. Les côtes sont souvent balayées par les ouragans, et quelques parties minérales solides sont entraînées au loin. Il en résulte que, même dans les mers éloignées des continents, il se forme des dépôts qui en élèvent continuellement le sol. A ces dépôts viennent s'ajouter les débris de plantes et d'animaux : dans les zones supérieures, les Nullipores, les Mollusques et les Coraux, et, dans les zones inférieures, les Diatomacées microscopiques, les Polythalames et les Polycistines, qui se comptent par myriades et abandonnent leur silice et leur carbonate de chaux.

Dans la haute mer, ainsi que dans le voisinage des côtes tranquilles, les dépôts sont composés d'une argile impalpable qui forme des roches à grain très-fin, tandis qu'à l'embouchure des fleuves, d'après la nature des pays parcourus, on trouvera du grès, du poudingue ou de la marne. Ce sera, au contraire, du muschelkalk et du calcaire corallien dans les localités où se trouvaient des bancs de Mollusques et où les Polypiers avaient établi leurs demeures.

Dans les mers profondes et ouvertes, il y aura toujours, dans la composition des sédiments, plus de simplicité et d'uniformité que dans les bas-fonds et dans le voisinage des continents.

Il est évident, en résumé, que les dépôts faits à l'embouchure des fleuves seront les plus considérables; en pleine mer, les vallées et les bassins marins retiendront mieux les sédiments que les versants des montagnes, surtout dans les localités où les courants emportent au loin les dépôts formés sur le rivage.

Ehrenberg compare avec justesse les dépôts flottant dans la mer, à la chute de la neige, car, de la même manière que pendant les tourmentes, la neige s'amasse dans les gorges et dans les creux, les courants marins

et les éboulements des collines et des montagnes sous-marines comblent peu à peu les crevasses du sol et les bassins.

Il faut tenir compte de tous ces faits si nous voulons nous faire une idée exacte de notre mer jurassique, où se déposèrent les roches qui succédèrent immédiatement au lias supérieur. Dans le profil de Schambelen (fig. 32), au-dessus du lias, on voit d'abord une marne de couleur sombre, puis de nombreux bancs de rochers en partie calcaires, en partie aussi composés de grès et de marne. Les couches inférieures sont particulièrement brunes, les supérieures par contre sont de couleur grise ou jaune-blanc; on appelle ces dernières le *Jura-blanc*; les premières, le *Jura-brun;* elles forment à elles deux la plus grande partie de la chaîne du Jura qui va de Genève à Schaffhouse et en Souabe; c'est pour cette raison qu'on appelle époque *jurassique,* l'époque pendant laquelle ces roches se sont formées. Il faut avoir soin de remarquer que le sens propre du mot jurassique n'est pas le même en géologie qu'en géographie*. La mer jurassique couvrit une grande partie de l'Europe et laissa partout des dépôts, ainsi que le prouvent les roches jurassiques de France, d'Allemagne, d'Angleterre, etc.

En Suisse, ces roches n'occupent pas seulement la chaîne de montagnes connue sous le nom de Jura, mais aussi une grande partie des montagnes calcaires du versant nord des Alpes, qui s'étendent depuis l'extrémité orientale du lac de Genève jusqu'au lac de Wallenstadt. Sans aucun doute, la mer jurassique a couvert également le pays compris entre les Alpes et la chaîne du Jura, et l'on retrouverait probablement le calcaire jurassique dans cette grande baie qui va des Alpes au Jura, mais à une grande profondeur et au-dessous du grès et de la marne qui en forment maintenant le sol.

Le jura des Alpes diffère, en beaucoup de points, de celui du nord de

* Nous avons écrit *Jura* avec une majuscule initiale pour désigner la montagne de ce nom dont l'adjectif est *jurassien; jura* sans majuscule et avec ou sans ses qualificatifs de blanc, brun, noir, supérieur, moyen, inférieur, etc., devra s'entendre comme nom géologique; son adjectif est *jurassique* (Trad.).

la Suisse; c'est ce que nous allons étudier. Dans la chaîne nord du Jura, de Schaffhouse à Genève, nous trouvons plusieurs places où la roche est remplie de fossiles qui nous apprennent par leur nombre et leur nature, que la profondeur de la mer en cet endroit ne devait pas être considérable. Cela saute aux yeux pour qui consulte le tableau suivant. Dans ce tableau, j'ai comparé les genres les plus importants des animaux trouvés dans les roches jurassiques de Porrentruy, avec les espèces vivant actuellement dans différentes zones.

Dans la mer jurassique de Porrentruy, les analogues des espèces actuelles ont vécu aux profondeurs suivantes:

Grève.	Patella Humbertiana, pygmæa, minuta, castellana. Purpurea Lapierra, gigas, ornata. Mytilus, 12 espèces. Nerita, 3 espèces.
Bas-fonds jusqu'à 100 pieds.	Trochus et Turbo 15, Pleurotomaria 6, Pterocera 13 espèces. Melania 6, Nerinea 32, Cardita 5, Astarte 11, qui se retrouvent aussi dans des zones plus profondes; Mactra, 3 espèces. Éponges, Oursins, Pentacrinites, nombreux Coraux.
Zone moyenne et moy. infer. 100 à 600 pieds.	Pecten, Cardium, Modiola, Arca. Cidaris, Coraux.
Zone des abîmes au-dessous de 600 pieds.	Arca, Pecten, Cidaris. Polythalames.

On voit d'après ce tableau, que la grève et les bas-fonds possédaient une faune riche en genres et en espèces; on peut en conclure que ces localités étaient bien leur habitat normal; les coquillages et les Coraux en sont une preuve. Il y a beaucoup d'espèces auxquelles on ne peut pas assigner de zone; car elles appartiennent à des genres éteints, ou dont

les espèces se retrouvent actuellement à diverses profondeurs (ainsi les Térébratules, Cérithies et Chemnitzies).

Nous obtenons le même résultat si nous réunissons les fossiles jurassiques des cantons de Schaffhouse, d'Argovie, de Bâle et de Soleure. Ils représentent une foule considérable d'animaux qui n'ont pas pu vivre à une grande profondeur. Le Jura bernois et le soleurois, sur lesquels nous possédons des travaux remarquables de Gressly et Thurmann, sont les parties les mieux connues du Jura, surtout pour ce qui concerne l'ancien fond marin.

La petite carte, fig. 61, empruntée à l'ouvrage de M. Gressly, donne une idée des proportions de notre Jura dans cette contrée. Nous y voyons la distribution des bancs coquilliers formés de myriades d'Huîtres, d'Exogyres, d'Astarté, etc., bien conservés; puis des rochers composés de coquillages, de Mollusques et de Coraux roulés et brisés, et réunis par un ciment calcaire. Non loin de là on reconnaît la présence d'un fond vaseux qui maintenant donne un calcaire à grain très-fin.

Les bancs de Coraux étant d'une grande importance, nous allons en esquisser rapidement l'organisation.

Les Coralliaires appartiennent, sans contredit, aux formes d'animaux les plus bizarres. Les uns sont grands et arrondis, et ont l'apparence de rayons de miel pétrifiés, de Champignons ou d'Éponges; les autres ont la forme d'un buisson touffu ou de petits arbres ramifiés.

Il ne faut pas s'étonner si autrefois on les a pris tantôt pour un minéral, tantôt pour un végétal.

En étudiant les sujets vivants, on reconnaît bientôt leur nature animale; on voit alors qu'ils se composent d'une tunique molle, percée de petites cavités munies de cils vibratiles; ces cils attirent la nourriture, et la poussent dans la cavité, qui n'est autre chose que le canal alimentaire. La tunique est pourvue de distance en distance de bourgeons qui se développent, et donnent naissance à de nouveaux individus qui restent fixés à la souche ou qui, s'en détachant, se développent pour leur compte. Dans beaucoup d'espèces, la tunique sécrète intérieurement une matière

calcaire qui, petit à petit, se dépose et forme une masse solide. Tandis qu'extérieurement, la tunique continue à se développer et à produire de nouveaux petits animaux, la partie calcaire s'agrandit aussi, et produit le Polypier qui, suivant les espèces, prend des formes très-différentes. On peut donc le comparer à un arbre; la vie de ce dernier fonctionne seulement à la périphérie, dans l'écorce et dans les dernières couches annuelles, tandis que les parties intérieures (le cœur) sont mortes; il en est exactement de même chez le Polypier: la vie n'y existe que dans la tunique jouant le rôle de couche annuelle, et dans les bourgeons, qui constituent cependant des individualités plus marquées que les bourgeons et les rejetons des plantes. Chez les arbres, la périphérie est importante comme agent vital spécial, car c'est par elle que, des racines au sommet, se produit le phénomène de nutrition de tous les organes, tandis que, chez le Polypier, la tunique n'a pas une aussi grande importance. Chez ce dernier, toutes les parties anciennes meurent et les jeunes rameaux seuls vivent et travaillent. Par ce fait les Polypiers peuvent accroître pendant des milliers d'années la tige mère. Les jeunes générations travaillent aux rameaux les plus extérieurs, tandis que les anciennes ont péri depuis longtemps, et n'ont laissé que leurs restes calcaires; mais ces restes continueront à subsister, et en cela les Coralliaires se distinguent essentiellement des plantes.

Il ne reste des forêts les plus considérables, et de leur abondante végétation, qu'un peu de charbon sous forme d'humus; les forêts, au contraire, et les taillis construits par les Polypiers se changent en rochers qui constituent une partie solide de la croûte terrestre.

Darwin nous a donné des notions très-exactes sur la manière dont s'établissent actuellement les bancs de Corail. Les Coralliaires ont besoin, pour se développer, d'avoir toujours une base solide à laquelle ils adhèrent et qui devient leur point de départ.

Cette base ne doit pas être à une grande profondeur; l'opinion des anciens voyageurs (Forster et Flinders) que les Coraux poussaient au fond de la mer, et arrivaient jusqu'à la surface, sous forme d'îles, ne

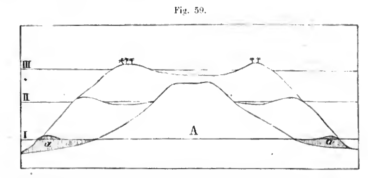
s'est pas confirmée. Beaucoup de recherches ont été faites sur la manière dont les bancs de Coraux se développent dans les mers tropicales, et elles ont démontré entre autres que les Polypiers habitent les bas-fonds et la partie supérieure de la zone moyenne, et que très-rarement on en trouve au-dessous de 200 pieds. D'autre part, ils doivent toujours demeurer sous l'eau, car l'action de l'air et du soloil les tue promptement; c'est pour cela qu'ils ne se rencontrent pas dans la grève. Par contre, les Nullipores, qui ressemblent beaucoup aux Coraux, peuvent souvent sécher sans périr pour cela; ils vivent quelquefois à la surface de l'eau ainsi qu'aux limites de la zone inférieure. On rencontre les Nullipores dans presque toutes les mers; sous les tropiques, ils vivent le plus souvent en contact avec les Coraux, dont ils favorisent la reproduction. Parfois ils forment, en dehors des bancs de Coraux, une large ceinture qui protége la côte. Comme les buissons très-fournis et munis d'un branchage très-fin qu'ils construisent, parviennent jusqu'à la surface de l'eau, ils servent de rempart protecteur contre lequel se brise la tempête, en sorte que cette zone de Nullipores fonctionne comme un brise-lames et protége le peuple de Coraux qui se trouve entre eux et la terre ferme. A la marée basse ils émergent souvent de plusieurs pieds au-dessus de la mer; mais à la marée haute les vagues les recouvrent en remplissant d'écume leurs cavités et leurs interstices et brisent leurs rameaux qui, tombant sur le fond, l'exhaussent continuellement.

Le sol s'élève également au-dessous des bancs de Coraux par la quantité énorme d'animaux à enveloppe calcaire qui s'y établissent, et dont les dépouilles vont reposer au fond; ainsi de nombreuses Annelides, des Holothuries, des Mollusques fournissent un calcaire abondant que nous retrouvons sous forme de vase blanche; ce calcaire renferme des morceaux de Coraux, des Bivalves, des Univalves et des Oursins, que la mer y a enfouis. En prenant dans la suite la consistance de la roche, cette vase blanche fournit, à ce que dit Darwin, une surface lisse et dure comme si elle était construite de dés de marbre.

Dans plusieurs localités, par exemple aux îles Sandwich, aux Antilles

et à l'île Maurice, il s'est produit lentement un relèvement du sol; les bancs de Coraux qui reposaient sur l'ancienne grève sont maintenant au-dessus du niveau de la mer, tandis que, plus loin, d'autres travailleurs construisent de nouvelles côtes. Parfois il se produit au contraire un affaissement graduel du sol, qui modifie aussi la construction des bancs. Nous avons cherché par la fig. 59 à rendre la théorie de Darwin sur la formation des îles madréporiques.

Fig. 59.



Coupe idéale d'une île madréporique: I. Niveau de la mer; a. Récif bordure; II. Récif barrière; III. Ile à lagune ou Atoll.

La ligne horizontale I indique le niveau de la mer; sur les côtes, un banc de Corail, appelé *récif bordure*, entoure l'île A; son bord est relevé, parce que les Nullipores s'étant établis dans les environs, les Coraux protégés contre la tempête ont poussé plus rapidement que les autres.

Il faut à la plupart des Coralliaires une mer calme et une eau chaude; mais les plus gros et les plus forts proviennent de localités où ils sont exposés à la tempête. Les vagues, il est vrai, en détruisent beaucoup, et les débris sont rejetés dans l'intérieur du banc; mais la roche vivante les remplace, et ces petits architectes peuvent ainsi réparer eux-mêmes les dégâts commis par la tempête, et protéger leurs admirables constructions contre la fureur des flots.

Si le sol s'affaisse progressivement, l'île deviendra plus petite, mais comme les Polypiers travaillent toujours à leurs demeures, le banc de

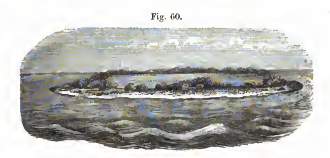
Corail s'accroît en hauteur sans interruption, et plus l'ouvrage avance, plus la partie extérieure devient puissante.

Le rempart de Corail s'éloignera de l'île à mesure qu'elle deviendra plus petite et il formera avec elle une lagune ; nous aurons ainsi une île entourée d'un récif en forme d'anneau, et séparée de lui par un profond chenal. C'est ce qu'on appelle un *récif barrière*, qui se distingue du récif bordure en ce que la lagune est plus ou moins profonde.

Si l'affaissement continue, l'île disparaît complétement; elle est submergée et se couvre de Coraux (fig. 59, ligne III, indiquant le nouveau niveau), qui se sont accrus sans interruption dans les mêmes profondeurs.

Le banc de Corail aura donc une forme plus ou moins circulaire, renfermera un lac central et s'appellera *atoll* ou île à lagune. Celui que représente la fig. 60 est l'atoll de Whitsunday dans le Pacifique.

Fig. 60.



Atoll de Whitsunday dans l'Océan Pacifique.

Le bassin central est souvent d'une profondeur très-considérable et pourvu d'un ou plusieurs passages du côté opposé à celui d'où viennent les vents violents. S'il se produit des affaissements ultérieurs, l'anneau de l'atoll se divise peu à peu en plusieurs petites îles, qui finissent par disparaître. Tout est submergé, et les Coraux, entraînés à de grandes profondeurs, meurent, et sont bientôt couverts de limon et de sable.

A l'appui de ce qui précède, Darwin cite de nombreux exemples et démontre que dans les mers du Sud les atolls et les récifs barrières doivent

leur origine à un affaissement graduel du sol, tandis que les récifs bordures proviennent d'un relèvement ou de l'état stationnaire de la localité.

Dans les atolls, les Coraux forment donc, par le fait, le sol de l'île. et plongent à de grandes profondeurs, mais ici ils sont morts. Ils ne s'accroissent et ne vivent que dans les zones supérieures, se renouvelant sans cesse, et exhaussant le fond primitif des mers.

Les Coralliaires se rencontrent dans toutes les mers; mais les espèces qui forment des bancs manquent actuellement dans les zones froides et tempérées. Dans les mers tropicales, ils ne se trouvent pas partout: ainsi ils manquent dans les îles Galopagos et sur les côtes ouest de l'Amérique centrale, ainsi que dans l'Océan atlantique, à l'exception des Bermudes. Leur area est donc immense.

L'Océan indien et le Pacifique sont remplis d'atolls et de récifs barrières; ces derniers entourent çà et là les côtes de vastes continents; un large banc de 1000 milles anglais de longueur longe les côtes nord-est de la Nouvelle-Hollande; il a de 10 à 25 brasses de profondeur et est séparé de la côte par un canal large de 20 à 30 milles anglais.

Dans l'hémisphère sud les bancs de Coraux vont jusqu'au 29° de latitude; au nord, dans la Mer-Rouge, jusqu'au 30° et aux Bermudes jusqu'au 32°,15 latitude nord, sous l'influence favorable du Gulf-Stream.

Cette prodigieuse quantité de bancs de Coraux se compose de myriades de petits architectes qui, de nos jours encore, sont occupés à la construction des rochers calcaires.

Le monde primitif de notre Suisse donnait asile à ces mêmes Coralliaires, et une importante partie de nos montagnes est due à l'activité de ces petits animaux. Notre mer jurassique nous présente des îles et des bancs de Coraux qui sont exactement semblables à ceux des mers tropicales. Quelques Coralliaires, et çà et là quelques bancs se rencontrent dans les plus anciens étages jurassiques, mais leur area s'étend beaucoup avec le jura blanc. Ils y forment des bancs calcaires souvent d'une très-grande importance et qui ont reçu le nom de *Calcaire corallien.*

Ce calcaire consiste en une masse de Coraux plus ou moins cristallisés ou saccharidés. La structure intérieure a été le plus souvent détruite par la cristallisation; mais la forme extérieure, les cannelures, la sculpture des branches et leurs cellules sont fort bien conservées. Leur couleur ordinaire est d'un beau blanc, et fréquemment aussi rose chair.

Entre ces morceaux de Corail, qui souvent sont encore dans leur position perpendiculaire et dont le diamètre atteint parfois 2 ou 3 pieds, il y a do nombreux restes d'autres animaux (Oursins, Éponges, Mollusques et Crustacés) soudés par un ciment calcaire ou par des masses de roches spongieuses.

C'est dans l'intérieur des bancs de Coraux, qui autrefois étaient des récifs barrières et des atolls, qu'on trouve les animaux les mieux conservés. Les coquilles des Mollusques sont intactes et munies encore de leur nacre; les Oursins de leurs stries, de leurs verrues et de leurs radioles finement sculptés; souvent ils étaient ensevelis dans le limon qui envahissait le milieu des atolls; cela se voit encore de nos jours dans les lieux dont le sol, dit Darwin, est recouvert d'un fin limon calcaire. Dans notre jura, il n'est pas rare de rencontrer des individus de la même espèce ensevelis par milliers, les uns près des autres, ou dans des étages d'âges différents. Les Bivalves ont encore leurs deux coquilles dans la même position que pendant la vie. Il est donc probable qu'à une certaine époque, ces animaux ont été ensevelis par une avalanche de boue et de sable, ou qu'entraînés par un affaissement du sol, ils périrent peu à peu, les conditions nouvelles où ils se trouvaient devenant impropres à la vie.

La roche nous a donc conservé la colonie telle qu'elle était alors.

Sur les bords extérieurs des bancs de Corail, nous remarquons au contraire des couches de rochers formés de restes d'animaux brisés et gisant pêle-mêle, résultat évident des tempêtes; on peut constater le fait sur le flanc ouest du Gunzberg et sur les bords du Hochwald et du Rädersdorf.

Là, les espèces sont jetées en désordre; elles y ont été amenées de grandes distances; tandis que, dans l'intérieur des bancs, on peut reconnaître qu'elles sont chez elles.

A côté des espèces qui se rencontrent partout dans la mer jurassique, presque chaque banc et chaque dépôt ont leurs formes spéciales; le fait est frappant pour les Oursins, les Coralliaires et les Comatules qui, dans beaucoup, d'endroits se trouvent réunis comme en famille. Gressly cite le fait digne d'attention que le calcaire compacte du Jura, un peu caillouteux et rempli de débris de Mollusques, est parfois l'avant-garde des bancs de Coraux. Les premiers occupants semblent avoir été principalement des Pholadomyes, des Mytiles, des Modioles, etc., qui préfèrent les fonds sablonneux dans lesquels ils peuvent s'enterrer; les Huîtres, les Éponges et les Oursins ne tardèrent pas à les y suivre.

A Porrentruy et dans plusieurs autres localités, au-dessus des bancs de Coraux, apparaissent des couches calcaires formées de masses de sable et de limon sans Coralliaires; puis, plus haut encore, ces derniers réapparaissent pour disparaître de nouveau, nous montrant ainsi une succession de modifications dans les conditions d'existence des faunes marines.

La carte qui suit indique l'area des bancs de Coraux dans une partie de notre mer jurassique (fig. 61). On peut y voir les bancs des cantons de Bâle, de Soleure et de Berne. La Forêt-Noire était, pendant la formation jurassique, ce qu'elle était déjà à l'époque liasique; tandis que le continent vosgien formait un vaste golfe représenté par les parties basses de l'Alsace actuelle.

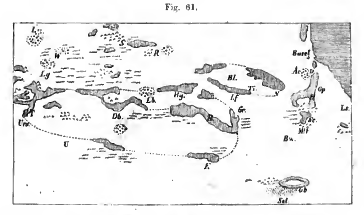
Ce golfe nous fournit une grande quantité de Coraux et d'animaux de la grève qui nous indiquent que la côte ouest de la Forêt-Noire était bordée par un récif bordure; il prenait la forme d'un récif barrière au sud de Dorneck, passant par Gempen et Seeven et s'étendant jusqu'à Meltingen; il était entouré de dépôts de limon et de brèche.

Plus loin, à l'Ouest, on rencontre quelques atolls proprement dits; je tiens pour tel celui qui est au nord de Laufen et qui entoure le Blauenberg; il y a là 3 bancs dessinant une lagune.

Un second atoll plus grand existait dans les environs; du côté du nord, le banc n'est interrompu qu'à une ou deux places, et va du Mont-



Fig. 61.



Bancs de Coraux de la mer jurassique. — Les localités indiquées par des lignes verticales représentent des bancs ; le continent de la Forêt-Noire est désigné par des lignes horizontales. Les petits ronds indiquent des gisements de Mollusques ; les petits triangles des gisements d'animaux marins qui ont été roulés et brisés par les marées et les tempêtes. Les lignes ondulées désignent des endroits vaseux. Les lettres aident à l'orientation et ont la signification suivante : MT. Mont-Terrible. Lg. Largue. L. Liebsdorf. W. Winkel. U. Underdevelier. Db. Delsberg. S. Sondersdorf. R. Radersdorf. Lb. Liesberg. Hg. Hoggerwald. E. Envelier. B. Bärschwyl. Lf. Laufen. Gr. Grindel. Ti. Tillingen. Bl. Blauenberg. N. Nentzlingen. Ae. Aesch. D. Dorneck. Gp. Gempen. H. Hochwald. Se. Seewen. Mlt. Meltingen. Bw. Beinweil. Gb. Günzberg. Sol. Soleure. Ls. Liestal.

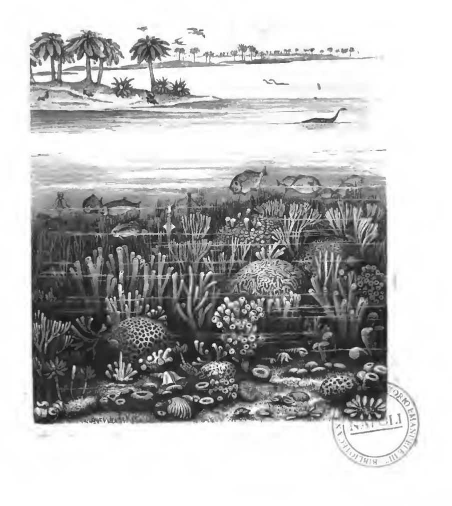
Terrible, par-dessus le Delsberg, jusqu'au-dessus de Bärschwyl sur une étendue de 6 lieues environ ; il est borné au sud par les bancs d'Envelier, Moutier, Grandval et Develier dessous. La lagune a la forme d'une ellipse allongée et étroite. Les bancs de Coraux d'Höggerwald s'appuient en quelque sorte à cet atoll (que nous désignerons sous le nom d'atoll de Delsberg), et formaient probablement à leur tour une seconde petite lagune qui avait la même forme que la plus grande, et qui était en communication avec elle par un canal (dans les environs de Liesberg). Au Mont-Terrible (près de Saint-Urzanne), les bancs de Coraux prennent un très-grand développement, et on peut les suivre jusque dans les environs de Porrentruy où ils acquièrent, à Pont-Abel, des proportions gigantesques.

A Günzberg, on remarque un tout petit atoll auquel s'appuie le banc soleurois de Tortues. Dans les couches supérieures des célèbres carrières de Soleure, on a trouvé de nombreuses Tortues ; il est probable qu'elles se sont réunies là en masses considérables à l'époque du frai. On sait que ces Chéloniens recherchent les bas-fonds et les côtes, et enfouissent leurs œufs dans le sable ou les déposent dans le creux des rochers ; dans ce but, ils se réunissent par milliers à une époque déterminée de l'année. Soleure était probablement la localité où venaient pondre les Tortues de la mer jurassique.

Au nord du grand atoll de Delsberg, le jura se révèle par quelques colonies de Mollusques ayant habité des bas-fonds vaseux (à Largue, Winkel et Liebsdorf). Ces animaux se trouvent les uns à côté des autres dans leur position naturelle, et évidemment ils ont été ensevelis vivants par un torrent de boue ; au-dessus, quelques bancs de Coraux disséminés ; le plus grand commence à une demi-lieue de Sondersdorf, et s'étend jusqu'à Rädersdorf (dans le voisinage de Firt) ; il est remarquable par les beaux échantillons de Corail qu'on y a trouvés, et qui sont d'un grand intérêt.

Si nous continuons dans la direction de l'ouest, nous trouverons dans plusieurs localités des bancs analogues : ainsi entre l'Échelle et le lac des Brenêts, dans la vallée de Joux, quelques îlots à Mont-Risoux (dans la vallée de l'Orbe), et dans les environs de la perte du Rhône (à Dorche près de Chanay). Le nombre des bancs diminue lorsqu'on se dirige plus à l'ouest, et ce sont les localités sud du golfe alsacien qui, dans notre mer jurassique, sont les plus riches en Coralliaires. Il est intéressant de constater que les bancs de Coraux manquent complétement dans le jura argovien et à Schaffhouse, ainsi que sur les côtes de la Forêt-Noire. Ils manquent également dans le sud-ouest de la Souabe, tandis qu'ils reparaissent de nouveau au nord-est de l'Alb, occupant les hauteurs entre Bopfingen et Ulm ; à l'ouest, Blaubeuren et jusque dans les environs d'Urach.

Le grand rocher corallien d'Arneck, près d'Ulm, est formé, d'après



Quenstädt, d'nn nombre incalculable de millions de Coralliaires ; il fournit des pierres pour le pavé d'Ulm et a donné les principaux matériaux pour les fortifications de cette ville ; ces petits animaux y ont donc ainsi travaillé des millions d'années à l'avance !

On connaît encore des bancs très-vastes de Coraux en d'autres parties de l'Allemagne, ainsi qu'en France et en Angleterre. A l'époque jurassique, ils ont joué en Europe un rôle semblable à celui des Coralliaires actuels de l'Océan indien et des mers du Sud. C'est une question intéressante et un problème à résoudre que la distribution exacte et la configuration des bancs de Coraux dans les mers jurassiques de l'Europe.

Revenant à nos bancs de Coraux, on peut se demander s'ils étaient recouverts par les eaux ou s'ils émergeaient et formaient des îles, comme on en voit en grand nombre dans les mers du Sud ; c'était le cas dans les cantons de Bâle et de Soleure. Dans le canton de Bâle, le calcaire corallien de Pfäffinger-Schloss et du château de Neuenstein est recouvert d'un dépôt de charbon très-peu important à la vérité, mais qui nous révèle un continent ; près de Dänikon, dans le voisinage d'Olten, on a trouvé une belle fronde du Zamites feneonis Br. Dans le Jura occidental, les îles madréporiques étaient couvertes de végétation comme on en a la preuve par la présence de belles feuilles de Cycadées trouvées au Mont-Risoux et près de Dorche. Dans les environs de Lyon, il y avait une île madréporique avec une forêt de Cycadées, car il n'est pas rare d'y rencontrer çà et là de grandes et belles feuilles de cet arbre.

La planche ci-contre peut donner une idée des îles madréporiques du Jura et de l'aspect que devaient avoir les antiques atolls de notre pays.

Nous y voyons des îles couronnées du Zamites feneonis ; des Tortues sortant de la mer et gagnant la grève pour y déposer leurs œufs ; des Ptérodactyles volant vers le rivage et, dans le voisinage du littoral, des Plésiosaures au long cou, cherchant leur nourriture. Dans les profon-

deurs de la mer, nous distinguons toute une forêt de Coralliaires et la faune variée qui les accompagnait*.

Ainsi donc, au nord et à l'ouest de la Suisse, la mer jurassique présentait en général des bas-fonds, et le golfe alsacien était entouré de récifs bordures qui enserraient les côtes; au sud, ces récifs se réunissaient en atolls. A l'ouest, le nombre des bancs diminue; mais quelques-uns d'entre eux sortaient des flots bleus de la mer pour former des îles bientôt ornées de Cycadées à feuilles découpées.

Nous ne savons pas ce qu'était la mer jurassique baignant tout le plat pays de la Suisse, parce qu'il est recouvert maintenant par la mollasse, le grès et le nagelfluh qui nous cachent l'ancien sol jurassique. Nous le retrouvons plus haut le long des Alpes où, ainsi que nous l'avons fait observer précédemment, il constitue quelques-unes de nos plus hautes montagnes. Le jura alpin a été formé à la même époque que celui du nord-ouest de la Suisse, comme ses pétrifications nous le prouvent; ce n'est donc pas sans surprise qu'on les voit si différents à tant d'égards.

* Les Coralliaires représentés ici sont les suivants: l'Isastræa helanthoides à cellules polygonales, gros Polypier à forme globuleuse. Plus loin à droite: le Mæandrina rastellina à côtes méandrines: tout à côté: le Stylina castellum à cellules rondes. Dans le coin à droite: le Microsolena expansa à base amincie. Les Thecosmilia, Cladophyllia et Isocora représentent la majeure partie des Polypiers dendroïdes. Le Thecosmilia irregularis sort à gauche de l'Isastræa, tandis que derrière nous voyons: le Th. trichotoma à gros rameaux; à droite le Th. crassa et devant cette dernière, quelques échantillons du Confusastræa dianthus à branches courtes. Au coin gauche: l'Isocora Thurmanni, et à l'arrière-plan on distingue l'épais branchage des Cladophyllia. Les Polypiers coniques du coin de droite représentent des Montlivaltia: entre eux on voit à gauche trois Apocrinus fixés sur un pied de Corail et, à côté, un groupe d'Éponges (Cnemidium et Scyphia) près desquelles se trouve un Oursin: le Pygurus Blumenbachi Ag.; sur le Polypier auquel il s'appuie s'est établie une Serpula qui étale ses bras délicats. — Au premier plan, çà et là, nous trouvons des Bivalves et des Univalves: le Diceras arietina (coin de gauche), les Pterocera Oceani, Nerinea bruntrutana et Pecten avaricus Et. A droite un Oursin à gros radioles: le Cidaris Blumenbachi. Le sol est couvert du gazon des Nullipores. Les Bélemnites sortent de la forêt des Polypiers et se rapprochent de la surface de l'eau, où jouent deux espèces de Poissons: le Lepidotus levis, à gauche et à droite, le Pycnodus.

En premier lieu, les dépôts alpins sont beaucoup plus considérables, ce qui ferait conclure à l'existence d'une mer beaucoup plus profonde; car, pour que des milliers de pieds de matériaux aient pu se déposer, il a fallu une anse marine d'une profondeur considérable. A l'appui de cette manière de voir, nous citerons la grande conformité de constitution des roches, la rareté des pétrifications du jura alpin qui sont un des traits caractéristiques du jura au nord-ouest de la Suisse. Cependant, le calcaire jurassique des Alpes renferme dans quelques localités de nombreux fossiles, mais ils ne forment que quelques colonies éparses; ils manquent d'ailleurs complétement dans beaucoup de couches étendues et profondes.

Il paraît que ce calcaire a été déposé dans les profondeurs désertes de la mer, et jusqu'ici il n'a fourni aucun banc de Corail, mais seulement quelques exemplaires de l'Isastræa helianthoïdes, au Tödi (Pl. IX, fig. 7).

Parmi les Mollusques, les Ammonites dominent; elles sont considérées comme des animaux pélagiens, et sont fort bien constituées avec leur coquille mince et leurs chambres aériennes, pour vivre dans la haute mer, ainsi que les Nautiles que nous rencontrons dans le jura.

Comme localités du jura alpin plus spécialement riches, nous citerons le Gonzen, la Guppenalp, les Firenbänder au Glärnisch, la pointe du Schilt et plusieurs endroits de la chaîne du Stockhorn. Le jura brun ancien est en général beaucoup plus riche que le jura blanc, et renferme par places des colonies innombrables de petits animaux. En second lieu, la couleur de la roche constitue une des différences notables entre le calcaire alpin et le jurassien septentrional; le premier est très-compacte, beaucoup plus foncé et d'un bleu noir. Cette couleur originale est d'autant plus remarquable que les deux chaînes jurassiques courent parallèlement, à une distance de 15 lieues suisses, du sud-ouest au nord-est, et conservent ce caractère sur un parcours de 50 lieues environ. La couleur foncée du jura alpin provient des matières carbonifères qu'il a reçues probablement par la présence d'Algues. La mer de Sargasses peut nous

expliquer ce phénomène. Les Algues de Sargasses, dans l'Océan Atlantique, occupent une surface de 40,000 milles carrés entre le 22° et le 36° de latitude nord, et entre le 25° et le 45° de longitude ouest (de Londres). Par endroits, elles forment de tels amas que les navires battus par la tempête peuvent à peine y manœuvrer. Ces prairies de Sargasses (Sargassum bacciferum) subsistent dans les mêmes localités pendant des centaines et des milliers d'années; elles durent certainement avoir une influence spéciale sur la constitution des limons qui s'accumulaient peu à peu au fond de la mer.

Dans ces parages, la mer était fort profonde, et à une aussi grande distance du continent, la pauvreté inévitable des dépôts minéraux était défavorable à la conservation des végétaux. Leurs débris, parvenant dans les profondeurs, devaient former une masse noire communiquant une teinte foncée aux sédiments calcaires. C'est ainsi que se préparaient, dans les profondeurs de la mer, des amas de matériaux qui plus tard, exposés à l'air et au soleil, se sont transformés en calcaire alpin.

La puissance colorante des Algues a été constatée par des observations précises. C'est ainsi, raconte Darwin, que dans l'Atoll de Keeling, formé d'un calcaire corallien blanc, auquel vinrent se mêler de grandes masses d'Algues, les parties calcaires formant la base du dépôt, ont une couleur différente. Les mêmes circonstances ont dû se produire à l'époque jurassique. Si nous supposons le long des Alpes une profonde vallée marine, et la surface des eaux garnie d'Algues analogues à celles de la mer de Sargasses, nous avons tous les éléments nécessaires pour expliquer le phénomène qui a déjà tellement occupé les géologues adonnés à l'étude de nos Alpes.

Après ces observations générales, examinons de plus près la faune et la flore de notre mer jurassique ; mais en présence d'une si prodigieuse richesse de formes, nous devons nécessairement en limiter l'exposition.

En 1858, Bronn a compté (en y comprenant le lias) 3831 espèces d'animaux provenant du jura dont : 119 Polypiers, 542 Rayonnés, 2362 Mollusques, 324 Articulés, 373 Poissons, 108 Batraciens et 3 Mammifères.

Depuis lors, un nombre considérable de nouvelles espèces sont venues s'y joindre.

Il nous manque un catalogue complet des espèces découvertes en Suisse. Ce travail n'a été fait par Thurmann et Étallon que pour les environs de Porrentruy. Il comprend 797 espèces, savoir: 42 Polypiers, 216 Rayonnés, 482 Mollusques, 37 Articulés, 12 Poissons et 8 Amphibiens. Puisque dans un aussi petit rayon qui ne comprend que la partie supérieure du jura (le jura blanc), on a trouvé un nombre si considérable d'espèces, il est permis de penser que dans le jura de toute la Suisse on en réunirait au moins le double, car nos collections suisses possèdent plus de 2000 espèces, provenant de la mer jurassique.

Nous avons vu (p. 137) que les Polythalamiens microscopiques jouent un rôle important dans les grandes profondeurs de la mer, et que leurs petites coquilles prennent une large part à la formation du sol marin de l'Océan atlantique. Dernièrement, on a trouvé ces petits animaux dans le jura. Les recherches de MM. les pasteurs Zwingli et Kubler* ont amené la découverte dans le lias de nombreuses espèces et d'un plus grand nombre encore dans le jura brun et blanc. Ils ont décrit et figuré 34 espèces du lias, 56 du jura brun et 78 du blanc. La fig. 61 B. nous donne les formes principales (fort grossies) de ces espèces jurassiques.

Ces espèces appartiennent à cinq différents groupes des Polythalamiens (ou Foraminifères). Les Lagena et les Cornuspires n'ont qu'une loge qui, chez les derniers, est disposée en spirale; ils forment la classe des *Monostégiens*. Chez les Nodosaria, Frondiculariens et Dentalina il y a plusieurs loges rangées sur une même ligne droite; c'est la classe des Polythalamiens baculaires ou *Stichostégiens*, tandis que le groupe des *Hélicostégiens*, chez lesquels la coquille à plusieurs loges est enroulée en forme d'Escargot, est représenté par les Cristellaria et Flabellina.

* Mikroskopische Bilder aus der Urwelt der Schweiz. Winterthur. Neujahrblatt für 1866 und die Foraminiferen des schweizerischen Jura, nach gemeinschaftlichen Forschungen mit H. Zwingli, weiland Pfarrer in Dættikon, dargestellt und herausgegeben von Dr J. Kubler, Pfarrer, Winterthur 1870.


Fig. 61 B.



a. **Lagena helvetica,** des couches de Birmenstorf; b. **Cornuspira helvetica,** de l'argile à Am. opalinus de Schambelen; c. **Nodosaria cuspidata,** du jura brun de Betznau; d. **Frondicularia globulosa,** Betznau; e. **Dentalina Eichbergensis;** f. **Cristellaria communis,** Birmenstorf; g. **Flabellina jurassica,** Betznau, commune dans le jura brun; h. **Textilaria flexa,** Baden; i. **Ophthalmidium carinatum,** Betznau.

Les Textilariæ ont des chambres disposées sur 2 ou 3 rangs, et ne forment pas de spirale; ils appartiennent, avec les genres Globulina et Vulvulina qui se trouvent dans le jura, au groupe des *Énallostégiens*, tandis que le remarquable genre des Ophthalmidium doit être classé parmi les *Agathistégiens*, chez lesquels plusieurs chambres sont rangées autour d'un même axe.

Les Stichostégiens et les Hélicostégiens fournissent dans le jura la plupart des espèces; quant aux Monostégiens et aux Énallostégiens, ils ne se rencontrent que par places, mais en grand nombre, de sorte qu'ils peuvent être considérés comme ayant pris une part active à la formation du jura.

Les Polypiers qui ont construit les bancs de Coraux, sont plus grands que ces Polythalamiens, visibles seulement au moyen de forts grossissements. La mer jurassique était très-riche en espèces de Polypiers, ainsi que le prouve le jura blanc de Porrentruy, dont on a déjà décrit 107 espèces. Nous n'en mentionnerons que quelques-unes.

Un coup d'œil jeté sur la planche figurant les îles madréporiques de notre mer jurassique nous donne, quoique en miniature, les espèces les

plus remarquables et les plus largement représentées. Nous pouvons les diviser en trois classes principales d'après leur apparence extérieure:

1° les Polypiers gros et à forme de dôme;

2° ceux à forme d'arbrisseau;

3° ceux à forme de coupe.

Les premiers offrent eux-mêmes une grande variété de formes. Les Isastrées à calice de 6 à 7 pans, profond et arrondi en coupe à la base; l'Isastræa helianthoides de Tödi est représentée Pl. IX, fig. 7, de grandeur naturelle. L'axe du calice est occupé par un point central (columelle), où convergent les cloisons dentelées partant de la muraille extérieure. Les arêtes qui séparent les différentes chambres, sont tranchantes et d'épaisseur variable. Cette espèce et 8 autres du même genre ont été trouvées dans le Jura.

Les Stylinies, Pl. IX, fig. 8 (morceau de la Stylina castellum E. H.), ont des chambres rondes, serrées les unes contre les autres, à bords relevés et à côtes externes nombreuses. L'ensemble du Polypier a l'apparence d'une pelote ronde, irrégulière et de la grosseur de la tête. Les chambres ont un diamètre de 4 millimètres et demi; au centre, une columelle verruqueuse relie les cloisons. A Porrentruy, on a découvert 17 espèces de ce genre qui existe encore. Dans cette localité, les Microsolenies sont encore plus communes; leurs côtes externes sont très-abondantes et étoilées. La M. expansa compose à elle seule des rochers entiers.

Les Méandrines ont une forme qui leur est propre; elles se distinguent par la disposition méandrine du bord supérieur de la muraille; la Meandrina rastellina (Dendrogyra rastellina Et.) est très-répandue à Porrentruy, et souvent une espèce voisine, la M. subrastellina Et., offre des spécimens d'un pied et demi de diamètre.

Dans la deuxième classe: Polypiers à forme d'arbrisseau, le genre des Thecosmilies est le plus riche. Ce sont de gros troncs très-ramifiés, avec branches et rameaux formant des touffes de 10 à 18 pieds de largeur et de longueur. Nous pouvons voir sur la planche (p. 152) le Th. irregula-

ris à branches très-étendues, le Th. crassa Orb. à rameaux élevés, le Th. trichotoma dont les troncs et les rameaux épais poussent réunis par trois. Une espèce analogue : le Confusastræa dianthus Et. forme des arbrisseaux bas et munis de gros rameaux (sur la planche, il se trouve devant l'Isastræa et derrière un Ptérocéras). Il y a encore les Cladophyllies, les Rhabdophyllies et les Isocores, qui se ressemblent entre eux. Ils croissent en arbrisseaux avec de longues branches cylindriques qui chez les Isocores font l'effet de buissons.

Les Montlivalties possèdent des formes remarquables; ils ont l'apparence d'un cône renversé, terminé à la partie supérieure par un grand calice rond et muni de nombreuses cloisons (un groupe du M. grandis est représenté dans le coin de droite de la planche).

Nous avons comparé plus haut les bancs de Coralliaires aux forêts; cette comparaison est juste à plus d'un titre. Dans ces bancs ainsi que dans les forêts, beaucoup d'animaux trouvent un gîte et leur pâture. Dans les interstices et entre les troncs et les branches des forêts de Polypiers, les Éponges, les Étoiles de mer, les Oursins et les Mollusques trouvent d'abondantes retraites. Beaucoup y cherchent simplement un abri, tandis que d'autres font leur nourriture des Polypiers eux-mêmes. Les Holothuries, qui habitent en grand nombre les mers tropicales, vivent de Polypiers, qui sont aussi la proie de plusieurs Poissons. Dans l'Océan indien, à travers l'eau transparente, on voit de grandes troupes de Poissons d'un bleu brillant (espèce de Sparus) qui, comme un troupeau de Mammifères au pâturage, vont brouter les bancs de Coraux.

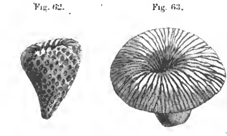
Notre mer jurassique réunissait aussi les mêmes animaux, et les bancs de Coraux renfermaient une multitude d'êtres animés. Les Éponges et les Oursins étaient les plus communs; ils ont joué un grand rôle dans la faune de notre mer jurassique. Entrons dans quelques détails sur leur compte.

Tout le monde connaît les Éponges par l'éponge du commerce; mais les bas-fonds et la zone moyenne en produisent beaucoup d'espèces qui sont moins connues; elles ont une grande variété de formes, et tapissent

le fond des mers de couleurs magnifiques, variant du bleu sombre au rouge ou au jaune soufré.

Nous ne savons pas au juste si les Éponges de notre mer jurassique étaient ornées de ces couleurs, mais il est permis de le penser. Ce que l'on peut dire, c'est qu'avec la même richesse de formes, elles présentent un nombre considérable d'espèces et se rencontrent dans tous les étages du jura. On en trouve qui ressemblent à des Champignons poreux, à des figues, à des cylindres, à des assiettes, à des coupes; les unes sont ratatinées ou criblées de trous, les autres sont déchiquetées ou en forme de nid avec l'extérieur veiné. Les fig. 62 et 63 représentent deux de ces espèces.

Fig. 62. Fig. 63.



Scyphia obliqua. · **Cnemidium Goldfussi;**
très-réduit.

Le Cnemidium Goldfussi (fig. 63) de Randen, connu depuis longtemps, a quelquefois $1/2$ pied de longueur et de largeur. Le milieu de la cavité circulaire se resserre en entonnoir, avec un rebord épais d'un pouce. Le Scyphia obliqua (fig. 62), signalé déjà par Wagner, Scheuchzer et Lang, ressemble à une figue pétrifiée.

Ces Eponges en forme de bocal qui vivent encore de nos jours en grande quantité et sont représentées en partie par de très-grandes espèces, sont vides intérieurement; elles ont l'apparence d'une coupe d'un tissu ressemblant à un nid composé de filaments entrelacés. Chez nos espèces actuelles, l'extérieur est muni de trous et de canaux irréguliers. Douze espèces environ ont été trouvées dans le canton d'Argovie (sur-

tout près de Birmenstorf); dans le nombre il en est plusieurs qui appartiennent aux genres Tragos, et Spongites, etc.

Les Oursins étaient également riches en espèces dans notre mer jurassique. Thurmann, rien que dans le jura blanc de Porrentruy, en a trouvé 75 auxquelles il faut ajouter un grand nombre d'autres des étages plus anciens. Tandis qu'à Schambelen nous n'avons rencontré que deux espèces à fins radioles, les roches calcaires du Jura présentent de nombreuses formes qui se font remarquer par leur grosseur et leurs radioles bizarres.

Les espèces les plus communes sont fournies par le genre Cidaris qui est encore représenté de nos jours et qui peut vivre jusqu'aux plus grandes profondeurs. Elles ont de grands radioles cylindriques, en forme de fuseau ou de massue, munis de radioles secondaires ou de verrues.

Le Cidaris coronata (Pl. IX, fig. 3, 4, $^1/_2$ gr. nat.) est l'Oursin le plus commun du Lägern et du Jura; il se fait remarquer par sa forme aplatie et par de gros tubercules peu nombreux; il a des radioles pédonculés et d'un ovale allongé (fig. 3).

Le Cidaris Blumenbachii Ag. Des. (C. florigemma Ph.) est très-répandu dans le calcaire corallien; il est figuré dans le coin droit de la planche. L'Hemicidaris crenularis Ag. (Pl. IX, fig. 6, $^1/_2$ gr. nat.) est encore plus remarquable par ses radioles exceptionnellement grands, et en forme de massue, on rencontre fréquemment les radioles de ces deux espèces dans le jura blanc d'Argovie, de Soleure et de Neuchâtel. mais on peut rarement se les procurer fixés encore au test.

Le Rhabdocidaris nobilis Munst. (Pl. IX, fig. 1, $^1/_2$ gr. nat.) de Randen en a de plus grands encore (quelquefois $^1/_2$ pied de long), qui portent de forts radioles secondaires. Chez les autres Oursins du Jura, les radioles manquent; les tests sont seulement garnis de verrues; ainsi les genres Clypeus (Cl. sinuatus, Pl. IX, fig. 2, $^1/_2$ gr. nat.) et Pygurus, dont on a retrouvé de remarquables spécimens, et qui sont limités au jura et à la craie. Il faut ajouter aussi le genre Holectypus (Holectypus depressus Lesk. sp., auparavant Discoidea); il se rencontre si fréquem-

ment dans le jura brun du canton de Bâle, qu'il a donné son nom au terrain appelé : *Discoidrenmergel.*

Les Pentacrinites dont nous avons parlé à l'occasion du lias (p. 85) sont répandues également dans le jura moyen et le supérieur; il faut leur rapporter les Apiocrinies dont la tige cylindrique s'élargit en forme de poire, et porte 10 bras. L'Apiocrinus polycyphus Ag. sp. et le Roissyanus Orb. (au coin gauche de la planche) se rencontrent dans notre calcaire corallien (au Mont-Terrible).

L'Apiocrinus Meriani Des. est encore plus commun dans les gisements supérieurs du jura blanc.

Le nombre des Étoiles de mer, des Polypiers, des Eponges et des Oursins de notre mer jurassique était très-considérable, mais les Mollusques étaient encore plus répandus ; ils présentent une merveilleuse richesse de formes. Leur nombre est si grand que je n'en puis esquisser que les types principaux. Je me bornerai à décrire quelques espèces qui, par leur prodigieuse abondance, ont pris une grande part à la formation des roches, et caractérisent quelques étages spéciaux du jura.

Le genre Nautile que nous avons déjà rencontré dans le muschelkalk (p. 55), est représenté par 13 espèces, parmi lesquelles le N. giganteus Orb. acquiert jusqu'à trente centimètres de diamètre ; il appartient aux plus grands Mollusques connus, et n'est dépassé que par le N. bisulcatus qui a jusqu'à un mètre de diamètre.

Les Ammonites sont aussi très-répandues dans le jura. Elles sont remarquables non-seulement par leur abondance, mais aussi par leur taille ; elle est parfois si grande qu'on les a comparées à bon droit à des roues de voiture. Elles présentent une admirable richesse de formes. On en a déjà décrit 162 espèces provenant du jura suisse et du lias ; les fig. 64 à 72 reproduisent les formes les plus importantes.

Il est probable que les uues (Ammonites discus Ziet. fig. 64) avaient de leur vivant une coquille fortement carénée et complétement lisse, où se jouaient les plus beaux reflets nacrés, tandis que chez d'autres la coquille était parcourue par de fines stries, ou par des côtes obliques très-

saillantes qui présentent une grande variété dans leur tracé. Chez l'Ammonites Murchisoniæ (fig. 65), les côtes sont falciformes et se dirigent en avant, ce qui est le caractère distinctif de tout le groupe des Falcifères.

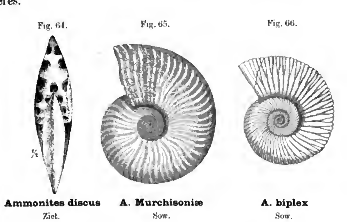


Fig. 64. **Ammonites discus** Ziet. — Fig. 65. **A. Murchisoniæ** Sow. — Fig. 66. **A. biplex** Sow.

Chez l'Am. biplex Sow. (fig. 66), extraordinairement commune dans le jura blanc, les côtes fortement saillantes se bifurquent sur la partie dorsale, tandis que chez une espèce voisine, l'A. polyplocus Dek, elles sont beaucoup plus ramifiées. Chez l'A. Parkinsoni Sow. (fig. 69 a, d'Oberblegialp), que Lang a figurée (du Lägern), les côtes sont très-saillantes ; celles



Fig. 69 a. **Ammonites Parkinsoni,** Sow. — Fig. 69 b. Vue de face dimin.

du rang extérieur seulement sont fourchues ; elles ne vont pas jusqu'au milieu de la carène qui est munie d'un sillon (fig. 69 b). Chez une espèce très-analogue, l'A. Martinsii (fig. 67, également d'Oberblegialp),

les côtes sont larges et séparées par des côtes plus petites se dirigeant vers la carène.

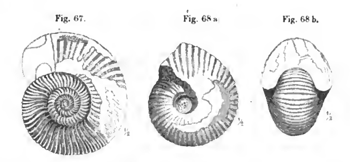


Fig. 67. **Ammonites Martinsii** Orb. Oberblegialp, $^1/_2$ gr. nat. — Fig. 68 a **Ammonites Morrisi** Op. Oberblegialp, vue de dessous; b. vue de face, $^1/_2$ gr. nat.

L'A. Morrisi Op. (fig. 68 a, d'Oberblegialp) forme, avec l'A. macrocephalus et quelques autres espèces voisines, un groupe spécial; il se reconnaît à un corps très-globuleux à enroulement rapide, à l'élargissement du dernier tour de spire et à sa carène arrondie (fig. 68 b). Chez l'A. Morrisi, les côtes sont passablement serrées, simples et enveloppant la carène.

Souvent la coquille des Ammonites est ornée de cornes, de pointes et de dents ; ainsi l'A. ornatus (fig. 71, un très-petit exemplaire), dont les flancs sont pourvus de côtes élégantes et d'une ligne de saillies; le dos est muni de deux rangées de dents. L'A. Ruppellensis Orb. (fig. 72), remarquable par ses grandes dents, et l'A. Jason Rein. sp. (fig. 70), dont la bouche est ornée de deux grandes oreilles en forme de languettes; c'est une espèce répandue dans toute l'Enrope, et jusque dans l'Oural; mais elle n'a été observée que dans quelques localités de la Suisse (à Hornussen, canton d'Argovie, à Grand Caudon, canton de Vaud, et dans la chaîne du Stockhorn). L'A. Ruppellensis est également rare (Obergösgen, près d'Olten, et Birmenstorf); par contre l'A. ornatus est répandue dans tout le jura.

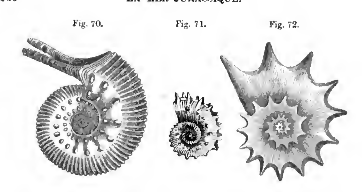


Fig. 70. **Ammonites Jason** Rein. sp. — Fig. 71. **Ammonites ornatus** Schl. — Fig. 72. **Ammonites Ruppellensis** Orb.

Les Bélemnites, très-voisines des Ammonites, ont eu, comme celles-ci, une assez grande area dans la mer jurassique.

Le Musée de Zurich en possède 66 espèces provenant du lias et du jura suisse, la plupart viennent du lias supérieur du jura brun et du jura blanc inférieur. Elles doivent avoir joué comme carnassiers un grand rôle parmi les habitants de la mer, d'autant plus que quelques espèces ont atteint une taille considérable. Les coquilles fusiformes de la Belemnites giganteus et de la B. baculoïdes ont un à deux pieds de long, et l'animal entier a certainement dû avoir le double de cette longueur. Plusieurs espèces sont extrêmement communes, ainsi le B. semihastatus se compte par millions dans l'argile à A. ornatus d'Argovie.

Ces Céphalopodes étaient les Univalves les plus grands et les plus abondants de notre mer jurassique. Ils étaient accompagués d'autres genres fort nombreux. Parmi ceux qui vivent encore dans les mers et les fleuves des zones chaudes, le genre Melania se rencontre dans le jura blanc de Porrentruy (M. striata, M. gigas, qui ont jusqu'à $^1/_2$ pied de longueur), les Chemnitzia leur ressemblent beaucoup (Ch. Clio Orb., fig. 77, $^1/_2$ gr. nat.); ils ont une coquille fusiforme et terminée par une pointe très-fine.

Il en est de même des Nerinea, dont les coquilles sont tantôt lisses,

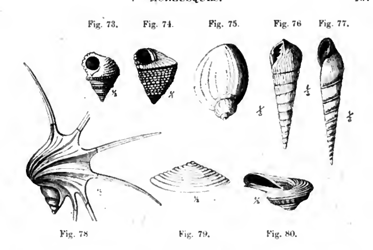


Fig. 73. **Turbo tegulatus** Munst. — Fig. 74. **Trochus angulatoplicatus** Munst. — Fig. 75. **Natica gigas** Stromb. sp. — Fig. 76. **Nerinea bruntrutana** Thurm. — Fig. 77. **Chemnitzia Clio** Orb. — Fig. 78. **Pterocera Oceani** Br. — Fig. 79 **Patella castellana** Thurm. — Fig. 80. **Ditremaria (Pleurotomaria) discoidea** Rœm. sp.

tantôt profondément striées ou munies de verrues délicates et de cabochons; telle est la N. nodosa Volz. Ce genre à lui seul a donné à Porrentruy 21 espèces, dont quelques-unes atteignent la taille d'un pied et plus, ainsi les N. arrarica Et., N. bruntrutana Thurm. (fig. 76, $1/_3$ gr. nat.). Cette dernière est si abondante dans le calcaire corallien, qu'on désigne quelquefois cette roche sous le nom de *calcaire nérinéen*. Le genre Natica (fig. 75) est également fort reconnaissable à la dernière spire de sa coquille; il renferme de grandes et nombreuses espèces, ainsi: N. grandis, N. gigas, N. semiglobosa Et. Les espèces des genres Turbo (fig. 73) et Trochus (fig. 74) ressemblent à des formes vivantes qui habitent des côtes. Les Ditremaria leur tiennent de près; on en a trouvé à Porrentruy plusieurs grosses espèces, D. discoidea (fig. 80, $1/_2$ gr. nat.). Les Murex, ainsi que les Patella (P. castellana Th., de Porrentruy, fig. 79) fréquentent les bords de l'eau.

Les Pteroceras, remarquables par la digitation du labre, n'ont cer-

tainement vécu que dans les bas-fonds. Une espèce, le Pterocera Oceani Br. (fig. 78, de Porrentruy) se retrouve depuis les anciens juras jusqu'au nouveau calcaire portlandien ; à Porrentruy, dans quelques couches, on les compte par milliers, tandis que, dans certaines couches intermédiaires, elles manquent complétement, ce qui indique qu'à plusieurs reprises, les conditions d'existence favorables à cette espèce lui ont fait défaut.

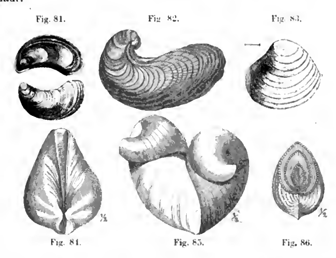


Fig. 81. **Ostrea acuminata** Sw. de Frick. — Fig. 82. **Exogyra virgula** Dfr. sp. — Fig. 83. **Astarte supracorallina** Orb. gross. Porrentruy. — Fig. 84. **Pholadomya paucicosta** Rœm. $1/2$ gr. nat. Porrentruy. — Fig. 85. **Diceras arietina** Lk. $1/2$ gr. nat. Porrentruy. — Fig. 86. **Lyriodon suprajurensis** Ag. $1/2$ gr. nat. Porrentruy.

Les Bivalves de notre mer jurassique étaient à peu près en nombre double des Univalves; ils présentent peu de variété dans les formes. Les quelques espèces suivantes ont dominé dans la constitution des roches.

Les Huîtres : Ostrea acuminata (fig. 81), O. Marshii, O. bruntrutana, O. cotyledon, etc. ; les Exogyres, Exogyra virgula (fig. 82), voisines des précédentes, ont le crochet enroulé; les petites Astarte sont presque rondes et à valves égales; A. supracorallina Orb. (fig. 83), qui se ren-

contre par millions. Les Térébratules possédaient un grand nombre d'espèces; les Terebratula impressa (fig. 88) et Rhynchonella lacunosa (fig. 87) remplissent des couches entières, auxquelles elles ont donné leur nom: *Couches à Lacunosa* et à *Impressa*. De grandes Pholadomies

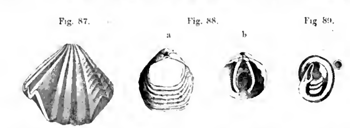


Fig. 87. **Rhynchonella lacunosa** Schl. sp. var. **arolica** Opp. de Birmenstorf. — Fig. 88 a. **Terebratula impressa** Br.; b. la coquille vue en dedans. — Fig. 89. **Serpula gordialis** Schl. de Porrentruy.

(Ph. paucicosta Rœm., fig. 84), dont on a réuni 19 espèces à Porrentruy, sont aussi très-répandues. Les Peignes et les Limes donnent 66 espèces, la plupart avec de grandes et fortes coquilles ornées en partie de stries et de crochets; on peut y ajouter de nombreuses espèces des genres Mytilus, Arca, Cardium, Cyprina et Pinna. Je citerai encore comme forme curieuse le Diceras arietina Lk. (fig. 85), remarquable par ses grands crochets, enroulés en spirales, et le Lyriodon suprajurensis Ag. (fig. 86), reconnaissable à sa coquille triangulaire munie de stries et de verrues. Deux espèces de ce genre vivent encore dans les mers de l'Inde, tandis que le Diceras avait déjà disparu à l'époque tertiaire.

La grande classe des Annélides, qui devait sans doute être largement représentée dans la mer jurassique, ne nous offre que quelques espèces qui se construisaient des tubes calcaires (les Serpules); leur corps mou était protégé par cette enveloppe; elles allongeaient en dehors de l'ouverture, leurs bras (branchies) en éventail; dans les espèces vivantes, ces organes sont ornés des couleurs les plus variées et les plus brillantes. Jusqu'ici on a observé dans le jura blanc de Porrentruy 21 espèces de Serpules dont quelques-unes sont très-communes, par exemple: Serpula

subflaccida Et., S. laufonensis Et., S. gordialis Schl. (fig. 89), et S. Thurmanni.

Notre mer jurassique était assez pauvre en Crustacés; il n'y a du moins que peu de localités où jusqu'à ce jour on en ait trouvé, et encore dans un état de conservation très-imparfait.

Dans le jura de Porrentruy, on ne distingue que quelques pinces d'Écrevisses et quelques morceaux de test, mal conservés, représentant à peu près 10 espèces, parmi lesquelles on distingue le genre Prosopon et les premiers Brachyures appelés Crabes.

Dans l'été de 1862, Escher de la Linth trouva sur la plus haute sommité du Murtschenstock (sur le Fulen) des restes de Crustacés malheureusement en trop mauvais état pour qu'il fût possible d'en déterminer les espèces. Les gisements de Solenhofen et de Nusplingen ont donné cependant une cinquantaine d'espèces de Crustacés qui nous disent qu'il y avait dans la mer jurassique des localités bien riches en animaux de cette classe.

Les mêmes genres que nous avons déjà vus dans le lias de Schambelen (Glyphea, Eryon et Penæus) réapparaissent, mais avec d'autres espèces et avec des formes plus variées; ce sont des Ecrevisses qui ont jusqu'à un pied de long et des espèces d'Éryon d'un aspect singulier, et à carapace très-dentée sur les bords et en avant.

Le jura suisse a fourni jusqu'ici fort peu de Vertébrés; on rencontre seulement par ci par là quelques dents et quelques débris d'os de Crocodile (Ischyrodon Meriani Myr., Machimosaurus et Madriosaurus Hugii Myr., Dracosaurus Bronnii, Megalosaurus Bucklandi et Sericodon Jugleri Myr.), d'Ichthyosaure et de Plésiosaure; qui prouvent que ces monstres marins ont visité notre mer jurassique jusqu'à l'époque du jura blanc supérieur (on les a signalés à Porrentruy), mais on n'a encore découvert aucun gisement qui permette de penser qu'ils habitaient ces localités, comme c'est le cas pour les Tortues.

Nous avons déjà (p. 152) signalé la présence de ces Reptiles dans les carrières de Soleure; on en a réuni 9 espèces bien déterminées dans le

jura blanc supérieur (strombien) et 4 ou 5 autres douteuses. Elles appartiennent en effet, suivant le professeur Rütimeyer, aux Tortues de marais (Emys), mais se rapprochent par beaucoup de caractères des Tortues de mer. Ce sont, quelques-unes du moins, des animaux de grande taille dont les carapaces, les plastrons et les têtes nous sont parvenus. Rütimeyer les a réparties en 3 genres : Thalassemys, Platemys et Platychelys. On a trouvé à Soleure de beaux exemplaires du Platychelys Oberndorferi Wagn., qui se rencontre aussi dans les pierres lithographiques de Kelheim. Cette espèce est remarquable par ses grosses écailles dorsales très-bosselées et qui rappellent les Tortues d'eau douce. Mais cette grande richesse d'espèces indique que ces Tortues cherchaient leur nourriture dans la mer et non pas sur la terre, car les petites îles madréporiques auraient pu à peine suffire à l'alimentation d'un aussi grand nombre d'individus.

Dans le canton de Neuchâtel et dans les localités françaises frontières, on a trouvé de véritables Émys; aux Brenets, l'E. Jaccardi Pict. et à Moirans, l'E. Etaloni Pict. La première a une carapace presque ronde de 0 m. 35 c. de longueur que reproduit notre fig. 91. On a découvert

Fig. 90.

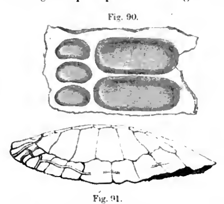


Fig. 91.

Fig. 90. **Pycnodus gigas** Ag. dents. — Fig. 91. **Emys Jaccardi** Pict. $^1/_4$ gr. nat.

également dans le jura blanc de Porrentruy des restes d'Émys, ainsi que des Chelonia (Tortues de mer).

La collection des Poissons de notre mer jurassique est aussi très-pauvre ; cependant elle se compose d'une douzaine d'espèces environ ; mais on ne connaît guère que les dents de la plupart d'entre eux, par exemple le genre Pycnodus chez lequel elles sont sphériques ou ovales, polies et d'un noir brillant (voy. fig. 90 les dents du P. gigas Ag.), ce qui leur a fait donner par les carriers le nom d'*Yeux de pierre* (Steinaugen). Ces dents sont nombreuses dans la cavité buccale et varient de forme et de grosseur. Notre jura possède 8 espèces de ce genre auxquelles il faut ajouter quelques Squales : Syphenodus longidens, Hybodus Bressaucourtianus Et., et un grand Lepidotus, L. lævis Ag., dont on a trouvé un bel échantillon à Soleure, et quelques restes à Porrentruy. Il avait environ 3 pieds de long, le port de la Carpe et des écailles grandes et rhomboïdales.

A voir la richesse de la faune de notre mer jurassique, au moins dans quelques localités, on ne peut douter que la Flore n'ait été très-riche aussi, et que de nombreuses espèces n'aient habité les rochers et les bas-fonds rocailleux. Les conditions dans lesquelles ces plantes molles et délicates sont parvenues jusqu'à nous leur ont été très-défavorables, et c'est à cela qu'il faut attribuer leur destruction ou leur mauvais état de conservation. Il est par conséquent très-difficile de les déterminer ; cependant nous avons pu recueillir quelques formes caractéristiques. L'espèce la plus importante a été désignée par Quenstädt sous le nom de Fucus hechingensis ; mais suivant moi elle appartient plutôt aux Nullipores dont nous avons déjà parlé comme ayant largement contribué à la formation des îles madréporiques. Notre Nulliporites hechingensis diffère des Fucus par des troncs roides, cylindriques, s'étalant dans toutes les directions, et par ses rameaux* qui, comme chez les Nullipores, sont

* Le plus souvent, les Chondrites se présentent étalés sur des roches plates, tandis que les Nulliporites sillonnent la roche dans tous les sens, ce qui indique que les branches de ces derniers étaient raides et incrustées de chaux et que les premiers rampaient sur le sol. Souvent les branches des Nulliporites ont disparu laissant dans la pierre des trous ronds et des canaux cylindriques.



très-divisés et dont l'extrémité est fréquemment épaisse et obtuse. Il pousse également en masses épaisses et forme de grands bancs ; il remplit par ce fait des rochers entiers, sillonnant la pierre dans tous les sens ; il est très-répandu dans tout le jura blanc. Je l'ai vu à Oberbuchsiten (Soleure), dans le calcaire du tunnel à Baden (Pl. IX, fig. 18), dans la couche d'Effingen à Lauffohr, dans celles de Birmenstorf, de Büron, à l'est de Gansingen, près de Birmenstorf, et sur la hauteur du Schilt dans le canton de Glaris (Pl. IX, fig. 19). Une espèce voisine, le Nulliporites argoviensis Mösch (Pl. IX, fig. 20, de Birmenstorf) se reconnaît à ses rameaux plus longs et moins nombreux ; on le rencontre près de Birmenstorf, à Villingen et près de Zünikon ; un troisième, N. angustus Hr. (Pl. IX, fig. 21) avec des rameaux très-déliés et tordus, provient des couches supérieures d'Effingen ; il est commun à Bargen sur le Randen.

En Souabe, d'après Quenstädt, le Nulliporites hechingensis est répandu sur tout le pays de Zollern, depuis Hundrück jusque sur les hauteurs de Thalheim, et forme le long du chemin de fer de Geislingen tout un banc de rochers.

Une autre forme remarquable d'Algue jurassique est le genre Zoophycos (Taonurus, Fischer-Ooster). C'étaient de grandes plantes marines chez lesquelles le thallus foliacé s'enroule en spirale sur un axe central. Il est parcouru par de nombreuses stries longitudinales et arquées qui sont réunies à la base et à la pointe de la feuille. On retrouve des masses considérables de ces plantes, composant des rochers entiers, dans les couches d'Humphriesianus du jura moyen, ainsi que dans les couches supérieures de Schambelen*; il y en a des dépôts à Ehrendingen, dans le canton de Schaffhouse, qui ont été observés depuis longtemps par

* Dans cette localité, d'après Mœsch, l'argile opalin a une épaisseur de 190 pieds ; au-dessus, viennent les couches à Murchisonia, qui ont 28 pieds. Plus haut, un gisement avec les Monotis Münsteri, Ammonites Humphriesianus, A. Romani, A. Sowerbyi, Ostrea pectiniformis et Belemnites giganteus. Plus haut encore, environ 22 pieds de calcaire compacte rempli de Zoophycos. Il est recouvert d'une couche de 4 pieds avec le Cidaris Schmidlini sur laquelle on rencontre l'argile à Ornates et les couches de Birmenstorf.

Escher de la Linth et Stutz; on les avait désignées sous le nom de : « Wedel » (queue). Le professeur Renevier en a découvert dans le jura brun inférieur du canton de Vaud (près d'Arveyes, district d'Ollon, dans

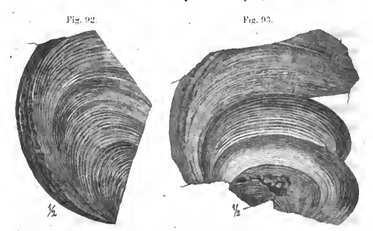


Fig. 92. **Zoophycos scoparius** Th. sp. — Fig. 93. **Zoophycos ferrum equinum** Hr. d'Arveyes (canton de Vaud).

les rocs des Fares) et le docteur Ch. Gaudin dans les environs de Roche. Il a été observé en France dans les mêmes roches du jura brun; on le rencontre depuis Mâcon jusqu'au sud de la Provence. On le trouve aussi à Auriol dans le Gard, ainsi que dans l'Aveyron, où il surabonde en de nombreuses localités. Ainsi donc, pendant l'époque jurassique inférieure, cette plante remarquable s'étendait sur la surface de la mer depuis Randen jusqu'au sud de la France, et formait alors la masse dominante des Fucus. Elle jouait à cette époque le même rôle que les Laminaria actuelles des mers du Nord. Nous possédons quatre espèces de ces Zoophycos, dont la plus commune est le Z. scoparius Thioll. sp. Elle ressemble beaucoup au Zoophycos brianteus Villa sp.; il y en a près d'Arveyes (fig. 92) des dépôts énormes gisant les uns sur les autres dans la pierre. Les lobes du thallus ont en moyenne 4 pouces de longueur et sont parcourus par des stries longitudinales bifurquées par places, arquées et réunies à la pointe et à la base.

Chez une seconde espèce, Z. ferrum equinum Hr., les lobes sont étroits et recourbés à peu près en fer à cheval. La fig. 93 représente en demi-gr. nat. un morceau de cette plante (provenant d'Arveyes) avec quatre lobes du même verticille. La troisième espèce, Z. procerus Hr., également d'Arveyes, se distingue par des lobes d'une grandeur extraordinaire (plus d'un pied de long) et par de nombreuses stries obliques; elles garnissent les intervalles des stries principales, simples et fortement accentuées.

Une très-jolie plante est le Chondrites æmulus Hr. (Pl. IX, fig. 17 de l'oxfordien de Menveraud) que j'ai reçue aussi du canton de Vaud et de Soleure (jura moyen blanc d'Oberbuchsiten); elle rappelle un Chondrites (p. 85) du lias, mais elle est plus grêle, n'a pas de branches opposées et ses rameaux forment des angles plus ouverts.

Une espèce plus délicate encore est le Chondrites setaceus Hr. trouvé dans le jura brun supérieur de Grenairon, qui a fourni également le C. inæqualis Hr.; ce dernier a de longs rameaux plus étendus; les gros sont comme de petits troncs; il a aussi été rencontré au passage entre Rothenbrunn et Hüttlerthal dans le Vorarlberg.

Les Cylindrites ont une tige épaisse, presque cylindrique; ils sont communs dans le jura blanc et composent à eux seuls des bancs entiers. Nous avons le Cylindrites lumbricalis Kurr. sp. (aussi du lias inférieur), le Cylindrites Langii Hr. (Pl. IX, fig. 22) dont les tiges épaisses de 1 et $^1/_2$ à 2 lignes poussent des branches à angle très-aigu; il a été découvert dans le jura blanc du canton de Soleure (virgulien de Sommiswyl), où il remplit de grands plateaux; il n'est pas rare non plus dans les carrières de Rhyfluh et de Lauffohr (couches d'Effingen). Le Cylindrites Cartieri Hr., très-abondant près d'Oberbuchsiten, a une tige plus grosse encore, et ses branches de 4 lignes d'épaisseur poussent presqu'à angle droit. Les figures 9 à 14, Pl. IX, sont encore énigmatiques; pour leur donner un nom, nous les avons appelées *Gyrochorte*. Ces cordons ont jusqu'à $^1/_2$ pied de long et $1^1/_2$ ligne de large; leurs bords sont parallèles et crénelés.

Les cordons du Gyrochorte vermicularis Hr. (Pl. IX, fig. 9, 10, gr.), espèce très-commune, ont à leur centre un sillon médian longitudinal, accompagné de deux rangées de petites verrues arrondies. Ces verrues sont un peu inclinées en avant, mordant les unes sur les autres et tournées en spirale sur les côtés (Pl. IX, fig. 10 b). Chez une seconde espèce, G. comosa Hr. (fig. 12), le sillon médian n'est pas bien marqué et les verrues ou écailles sont fortement repliées en avant; chez une troisième, G. ramosa Hr. (fig. 11), les rubans sont ramifiés. Quenstädt cousidère ces rubans comme des traces d'Étoiles de mer; mais ces animaux si légers et munis de cinq rayons n'auraient pas laissé des empreintes aussi profondes et aussi bien formées; on pourrait les attribuer plutôt à des chapelets d'œufs de Mollusques. Ces empreintes se rencontrent fréquemment depuis la Souabe dans tout le jura suisse, dans la couche supérieure à l'Ammonites opalinus (jura brun), ainsi à Schambelen, à Betznau, au Frickberg, près de Frick, et dans le canton de Bâle, près de Delsberg. On trouve de larges plaquettes couvertes de ces rubans qui les sillonnent dans tous les sens. On est surpris de les rencontrer aussi dans la mollasse de Gurten et de la Saane, près de Fribourg (Pl. IX, fig. 13, 14). Si l'on admet cependant que ces empreintes sont dues à du frai de Mollusques, il est naturel qu'on les y ait retrouvées, car le jura possède beaucoup de genres de la mer tertiaire; mais il est sans doute impossible d'en déterminer les espèces par les œufs.

Nous avons déjà vu plus haut qu'il y avait eu des îles dans la mer jurassique, à savoir dans le canton de Bâle, dans les environs d'Olten et du Mont Risoux dans le Val de Joux, et plus loin près de Dorche (dans les environs de Chanay, département de l'Aisne). On m'a communiqué quatre espèces de plantes qui les ont habitées : un Conifère : Araucarites Meriani Hr., deux Cycadées, Zamites Feneonis Br. et Z. formosus Hr. (fig. 94), et une Fougère : Cycadopteris Brauniana Zigno (fig. 96). Le Conifère (Pl. IX, fig. 16) vient des couches d'Effingen et de Bubendorf, canton de Bâle; il avait des rameaux couverts de feuilles comme l'Araucaria du Chili; ces feuilles longues, raides, sont arrondies à leur

extrémité et pourvues de nervures longitudinales, indiquées par des lignes de points (Pl. IX, fig. 15, morceau de feuille grossi). Les Zamites avaient des feuilles pinnées et des pinnes parcourues par plusieurs nervures longitudinales d'égale force, comme chez les Ptérophylles, qui ont joué un si grand rôle dans la flore du keuper. Mais ici les pinnes sont placées sur le côté supérieur de la fronde et la recouvrent presque complétement par leur base. Dans la fig. 94, représentant des feuilles

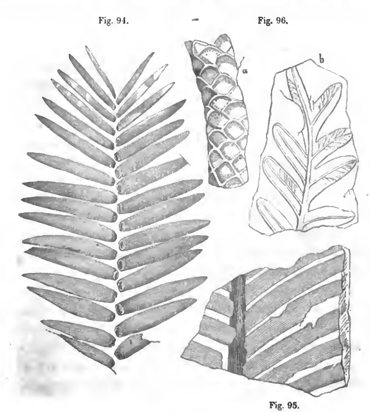


Fig. 94. **Zamites formosus** Hr. du Mont-Risoux. — Fig. 95. **Zamites Renevieri** Hr. de Vuargnez. — Fig. 96. **Cycadopteris Brauniana** Zign. de Dorche près Chanay.

du Mont-Risoux* (du Zamites formosus Hr.), la fronde est restée engagée dans la roche et invisible, mais la position des pinnes nous indique qu'elles la recouvraient presque à leur base. C'est à leur milieu que ces pinnes ont la plus grande largeur; elles sont rétrécies aux deux extrémités et arrondies à la base. Chez le Zamites feneonis Br., les pinnes sont plus parallèles entre elles, et ne sont pas rétrécies à la base. Les feuilles sont beaucoup plus grandes et ont une largeur de 4 pouces et plus; j'en ai vu de jolies feuilles provenant de Dänikon, de Dorche, de Lyon, d'Ulm et d'ailleurs. Cette plante était donc répandue sur toutes les îles madréporiques. Les Cycadopteris forment un genre de Fougères spécial au jura. Leurs frondes étaient pennatifides et coriaces, avec des lobes portant une large nervure médiane et bordés d'une marge plate. La partie moyenne de la feuille était probablement couverte de fruits qui, n'allant pas jusqu'au bord, produisaient par cela même cette marge.

La fig. 96 a reproduit un morceau de tige provenant de la même localité, et probablement de la même plante. Elle porte de grandes et nombreuses cicatrices, et les trous qu'on y remarque indiquent les points d'attache des faisceaux fibro-vasculaires du pétiole.

Le Dr Greppin a découvert un remarquable fruit (Euterpites Ivernoisi Thurm. sp.) dans l'oxfordien de Châtillon. Il est ovale, long de 18 millimètres, et parcouru par 18 côtes longitudinales, ce qui le rapproche, pour la forme et la grosseur des fruits, du genre Euterpe qui habite l'Amérique tropicale. Près de Vuargnez sur la route du Sépey (Vaud), dans une localité où il y avait autrefois une végétation terrestre, le professeur Renevier a découvert la feuille d'une grande espèce de Cycadée; cette feuille a 2 pieds de long; sur une forte tige prennent naissance de nombreuses pinnes de $^1/_2$ pouce de largeur à la base; elles sont tellement serrées qu'elles se recouvrent presque les unes les autres et qu'elles cachent entièrement la fronde. C'est à la base qu'elles sont le

* M. Mösch a trouvé dans les couches de Geissberg d'Aarburg, à côté du pont sur l'Aar, un débris de feuille qui semble avoir appartenu à cette espèce.

plus larges; de là, elles vont se rétrécissant. La fig. 95 donne seulement un morceau d'une feuille plus petite, mais appartenant à la même espèce, le Zamites Renevieri.

Ces localités du canton de Vaud étaient donc terre ferme à l'époque du jura supérieur, ainsi que le prouve un banc de houille qui, de là, s'étend à Wimmis, non loin du lac de Thoune, à l'extrémité nord du Gastlose, près de Jaun, sur les deux côtés de Klus et sur les pentes du Holzersfluh, près de Weissenburg, Erlenbach et Wimmis. Les charbons ne peuvent provenir que de plantes terrestres; il a donc fallu une terre ferme pour les produire; on trouve, il est vrai, des animaux marins dans ces endroits, mais il ne faut pas oublier que nous avons devant nous un pays de côtes. Les animaux sont les mêmes que ceux du jura blanc supérieur (portlandien); les plantes que nous avons décrites sont également très-caractéristiques du jura blanc supérieur. La même Fougère a été retrouvée dans le jura blanc de la Souabe (à Nusplingen) et dans la haute Italie (à Rozzo); elle appartient à un genre qui forme un type spécial des terrains jurassiques. Nous pourrions ajouter à ces plantes terrestres une Equisétacée: l'Equisetum veronense Zign.? dont on a découvert quelques courtes tiges dans les argiles à Opalinus de Betznau et de Mols, mais dont la détermination n'est pas parfaitement certaine; trois Cycadées, dont une espèce: le Zamites feneonis, a été signalée ailleurs, dans le jura blanc; toutes appartiennent au genre Zamites qui a occupé une place importante dans la flore jurassique.

Si nous pénétrons dans les pays voisins qui ont conservé des plantes terrestres, nous en trouvons près de Nusplingen en Wurtemberg, dans le nord de la Bavière dans le fameux gisement de pierres calcaires lithographiques de Solenhofen, en Angleterre dans le Yorkshire, et dans l'île de Portland, en Italie, dans le Rozzo véronais. En Angleterre comme en Italie, il y avait de nombreuses Cycadées dont la forme est analogue à celle des Zamites du sud de l'Afrique, et qui caractérisent la flore de ces pays. Avec elles apparaissent quelques Conifères: une espèce de Pin, plusieurs Araucariens et une forme d'arbre qui rappelle le genre austra-

lien Arthrotaxis (Arthrotaxites). On a rencontré à Solenhofen et à Nusplingen, de nombreux rameaux de ce dernier couverts de feuilles squamiformes; cet arbre était donc commun dans les forêts de ces contrées.

Si nous comparons maintenant la flore de cette époque avec celle du lias, nous trouverons entre elles plusieurs liens de parenté, quoique les espèces en soient bien distinctes. Les arbres feuillus n'apparaissent pas encore; les Lycopodiacées arborescentes aussi bien que la plupart des Equisétacées ligneuses, si communes aux époques carbonifère et keupérienne, ont disparu pour faire place à la végétation ligneuse gymnosperme dont les formes vivent maintenant dans l'hémisphère sud.

Ainsi que les îles madréporiques actuelles des mers du sud, nos îles de la mer jurassique avaient une flore très-pauvre. Quant à leur faune, on ne connaît jusqu'à présent que quelques Amphibies; par contre, les calcaires schisteux lithographiques de Solenhofen et le jura anglais nous ont transmis un nombre remarquable d'espèces. A cette époque, de grands Orthoptères sautaient sur le sol; des Libellules géantes se balançaient dans les airs et quelques Termites construisaient leurs nids de terre*; il y avait également un nombre considérable de Myriapodes et

* J'en ai vu dans le Musée de Harlem deux espèces (dont l'une très-grosse et belle), provenant de Solenhofen et une autre dans celui de Munich, inscrite à tort sous le nom de Tineites lithophilus. Le Dr Hagen a fait connaître récemment une espèce parente des espèces tropicales, mais plus grosse que tous les Termites vivants (Termes heros Hag.). Ce même savant a fait des recherches consciencieuses sur les Névroptères de Solenhofen: il en a décrit 37 espèces dont 27 appartiennent aux Libellules. Elles représentent en partie des genres éteints, et en partie aussi des genres vivant actuellement en Amérique et dans la Nouvelle-Hollande (Petalia, Petalura et Phenes). Quelques espèces atteignent une taille considérable, car leurs ailes ont une envergure de 15 à 20 centimètres. Les Éphémérés et les Perlaria sont représentés par des espèces très-remarquables, et des genres (Chrysopa et Nymphes) qui ne se rencontrent maintenant que dans l'hémisphère austral. Les Orthoptères ont donné quelques Blattes et quelques Mantes énormes; les Hémiptères, de grandes Bélostoma, des Nèpes et une Punaise de bois qui a presque deux pouces de long.

En Angleterre, on a trouvé des Insectes à Stonesfield, près d'Oxford et dans le purbeck (entre le jura et la craie). Ce sont des Blattes, des Sauterelles, des Termites, des Libellules et de nombreux Coléoptères, parmi lesquels la famille des Buprestes est la plus riche; de plus, des Punaises d'eau et de bois, de nombreuses Cicadelles, quelques

d'Araignées à longues pattes. Les Lépidoptères font pour la première fois leur apparition à Solenhofen par un Nocturne, le Bombyx antiqua Redtb. Dans cette localité les Libellules sont les Insectes les plus abondants, et leur présence nous signale l'eau douce dans laquelle vivent exclusivement leurs larves; il en est de même des Nèpes et des Hydrocores ou Punaises d'eau. Les pierres lithographiques se sont probablement formées dans quelque baie tranquille et dans le voisinage d'un vaste continent, car il a fallu, pour déposer ces sédiments, le concours de lacs et de ruisseaux. Ce continent renfermait une faune entomologique assez riche; les Ptérodactyles rencontraient eux-mêmes les conditions les plus favorables à leur développement; on en connaît une douzaine d'espèces.

C'est encore de cette localité que provient le plus ancien Oiseau du monde primitif, l'Archæopteris macrurus Owen *.

Les Mammifères avaient déjà fait leur apparition. Les premières traces commencent dans le trias de Richmond en Virginie et sur la limite du keuper (Bonebed) de Wurtemberg et d'Angleterre, où de petites dents de Mammifères ont été découvertes. On en connaît déjà 18 espèces du jura anglais (4 de Stonesfield et 14 du purbeck moyen). Ce sont tous de petits animaux appartenant en grande partie à la classe des Marsupiaux.

Les îles jurassiques étaient animées d'une vie toute particulière, et je ne connais actuellement aucune partie de la terre qui offre un aspect semblable. Les îles de l'Océan Pacifique peuvent seules nous donner une idée exacte de ce que devait être cet ancien monde. En Europe, de nom-

Mouches, trois Fourmis et trois Papillons. Plusieurs de ces espèces se rapprochent beaucoup de celles de Solenhofen.

* Il avait la grandeur d'une poule et se distingue de tous les Oiseaux vivants par ses 20 vertèbres caudales. Chaque vertèbre porte quelques plumes qui, dans toutes leurs parties sont semblables à celles des Oiseaux actuels. Cette remarquable forme de queue a fait considérer cet Oiseau comme un intermédiaire entre les Oiseaux et les Amphibies, jusqu'à ce qu'Owen démontrât qu'il n'avait rien de commun avec cette dernière classe. A l'état embryonnaire la queue de tous les Oiseaux présente plusieurs vertèbres qui ne se développent pas; ce développement avait au contraire continué chez cet Oiseau primitif.

breuses îles ou groupes d'îles donnaient alors asile comme nos îles tropicales à toute une faune d'innombrables animaux marins; les côtes étaient ornées de Cycadées aux magnifiques feuilles pinnées, de puissants Araucaria et d'Arthrotaxites à l'ombre desquels des Crocodiles fortement cuirassés épiaient leur proie; comme de nos jours, il y avait sur le rivage de nombreuses Tortues qui venaient déposer leurs œufs dans le sable; les rochers sous-marins étaient couverts alors comme aujourd'hui de magnifiques forêts de Corail, où travaillaient des millions et des millions de petits organismes; et dans la sombre épaisseur de ces buissons de pierre se cachaient d'innombrables Mollusques aux riches couleurs. Les Éponges marines, les Oursins et les Étoiles de mer ne manquaient pas non plus et formaient, par endroits, comme maintenant dans les zones chaudes et tropicales, des jardins sous-marins qu'ils émaillaient de fleurs de couleurs variées, jaunes, bleues et rouges. Et de toute cette vie exubérante, de toute cette végétation qui avait pris un si riche développement, il y a d'incalculables périodes de siècles, il ne serait rien resté! De ces millions de formes étonnantes qui se complaisaient dans leur existence et constituaient un ensemble harmonique, tout serait-il perdu et tombé dans le néant? Certainement non! les débris de ces êtres organisés ont été enfouis dans le sol et ont laissé dans l'intérieur des roches, avec leurs empreintes, leur merveilleuse histoire; elle n'est donc pas perdue pour l'homme.

Nos roches jurassiques, qui forment au nord de la Suisse une chaîne de montagnes si riches en beautés pittoresques, ont contribué aussi pour leur part à la formation des plus belles montagnes calcaires de nos Alpes; elles ont été les témoins de la vie de cet âge primitif et en sont un produit, en sorte que notre pays doit à cette époque une bonne partie de son sol, de ses montagnes et de ses roches.

On peut estimer l'épaisseur des sédiments jurassiques à 2500 pieds. Les couches du jura blanc de Porrentruy mesurent d'après Thurmann 817 pieds suisses; d'après Lang, elles auraient la même épaisseur dans le canton de Soleure; il faut ajouter encore 900 pieds, tant pour

le jura blanc inférieur que pour le jura brun ; l'ensemble donnerait donc 1700 pieds environ (avec le lias, près de 2000 pieds).

Pour le jura neuchâtelois, Desor et Gressly calculent 2490 pieds, dont 1700 pour le jura blanc inférieur et 1370 pour les couches supérieures de la même formation. Dans le canton d'Argovie, le jura blanc aurait, suivant Mösch, une épaisseur de 630 pieds environ, et le brun de 790 pieds. L'époque jurassique a fait dans nos Alpes des dépôts plus considérables encore.

Il est évident que la formation de sédiments aussi importants a dû prendre un temps énorme, non-seulement à cause de leur épaisseur, mais par leur nature même et par les plantes et les animaux qu'ils renferment. Si nous observons de plus près nos îles jurassiques, nous reconnaîtrons qu'elles se composent d'un grand nombre de couches. Là nous voyons des roches calcaires dures qui fournissent d'excellents matériaux de construction; ici, au contraire, des bancs de marne arénacée qui se délitent facilement ; ailleurs nous rencontrons des roches de carbonate pur, et d'autres contenant beaucoup d'argile, tandis qu'en d'autres lieux elles présentent un grain grossier et lenticulaire. Il est évident que ces diverses espèces de roches ont dû être déposées dans des circonstances différentes, et que la nature et l'abondance des matériaux dont elles se composent ont été souvent modifiées ; la couleur même de la pierre est très-variable. Généralement les couches inférieures qui suivent immédiatement le lias ont une couleur sombre, souvent brune ; tandis que les couches supérieures des Alpes sont d'une teinte bleu-noir, et que le jura septentrional est blanc ou jaune-blanc. On a donc partagé, comme nous l'avons vu, le jura en deux grandes divisions, le brun et le blanc. Cette différence de couleur se reproduit dans les champs et dans les vignes dont le sol est formé des détritus des montagnes ; dans ce cas, on peut fort souvent suivre au loin les roches appartenant à l'un ou à l'autre jura.

La plupart des géologues font rentrer le lias dans la période jurassique, et distinguent ainsi dans ce terrain trois grandes divisions ; le lias

TABLEAU GÉNÉRAL DU JURA

			Zone alpine	Zone septentrionale de Genève a Schaffhouse	
III. Jura blanc	Supérieur	Kimméridien — Portlandien	Montagnes calcaires depuis la Tour de Mayen au-dessus d'Yvorne jusqu'à Weissenburg. Vuargnez dans le canton de Vaud. — Route des Ormonts d'Aigle au Sepey. Charbons du Simmenthal. Schistes de Balfries. Pointes de Murtschenstock.	*Purbeck*. Formation d'eau douce de Villers le Lac. *Virgulien* avec l'Exogyra virgula. Porrentruy. Langnau. Sommités du Hasenmatt dans le cant. de Soleure. Egerkingen.	
				Strombien avec le Pterocera Oceani, Nerinea bruntrutana, Elsgaudiæ, etc. Porrentruy. Carrières de Soleure. Environs de Grenchen. Querkluse au-dessus d'Oberdorf.	*Wettingerschichten* de Mösch. Endingerberg. Rieden. Carrière près de Schönenwerth. Wangen. Couches supérieures du Lægern (calcaire corallien de Nattheim.
				Astartien avec l'Astarte supracorallina, Exogyra bruntrutana, etc. Porrentruy. Hasenmatt.	*Badenerschichten*. Paroi est du tunnel de Baden. Endingen. Au Randen (Gamma alba de Quenstedt). *Letzischichten*. Pierres lithographiques du Bötzberg. Olten. Wangen.
	Moyen	Coralliens	Wallenstadt Jura alpin	*Calcaire Corallien*. Val Travers et St-Sulpice dans le canton de Neuchâtel. Caquerelle, Mont-Terrible, Pont d'Able, etc. Laufen, St-Claude. Les Calcaires blancs d'Egerkingen, Soleure. Würenlingen, Ryfluh, etc. *Couches de Chailles*. Seulement dans le Jura occidental jusqu'à Bâle. *Couches à Crenularis* de Mösch en Argovie : Ryfluh Lauffohr, Bötzberg. *Couches du Geissberg*. Geissberg, Bötzberg, Bords de l'Aar à Brugg et Stille, Aarau, Gösgen, Olten, côté sud du Lægern. Tunnel de Bade.	
	Inférieur	Oxfordien	Calcaires de Schilt et de Guppenalp au Glarnisch	*Couches d'Effingen* (argile à Impressa Quenst.) avec la Terebratula impressa. Rostellaria bicarinata. Dysaster granulosus, etc. Effingen, Geissberg, Baden, etc. *Couches de Birmenstorf* avec la Rhynchonella lacunosa var. arolica. Terebratula reticulata, etc. Buchsiberg près d'Oberbuchsiten. Vignobles de Birmenstorf, Mandach, Villingen, Bœtzen, Schinznach.	

TABLEAU GÉNÉRAL DU JURA (Suite)

			Zone alpine	Zone septentrionale de Genève a Schaffhouse
II. Jura brun	Supérieur	Callovien	Chaîne du Stockhorn	*Argile à A. arnatus.* Argiles ferrugineuses d'un brun de rouille et jaunes avec l'Ammonites ornatus (marne d'Oxford). *Couches à Mucrocèpholes.* Elfingen, etc. (Kelloway). *Marne à Discoides*, avec l'Holectypus depressus. Kienberg, Frick, Hornussen, Betzen, Liestal, etc. (Cornbrash).
	Moyen	Bathonien	Oolithe ferrugineux depuis le cant. de Vaud jusqu'au Glarnisch — Couches d'Oberblegi	*Thoneisenrogenstein.* *Hauptrogenstein*, Wasserfluh, Staffelegg, Winterhalde, Prattelerhorn, Sissacherfluh, Huhnersedel, Farnsberg, Thierstemberg. *Eisenrogenstein inférieur* ou Humphriesianusschichten. Betznau, Hornussen, versant est de la vallée d'Ergolz.
	Inférieur	Bajocien	Chaîne du Stockhorn — Roc des Fares à Arveyes, territoire d'Ollon, Bommerstein près du lac de Wallenst.	*Couches à Ammonites Sowerbyi.* *Couches à Murchisonia;* Bancs calcaires, bruns et ferrugineux avec l'Ammonites Murchisoniæ. Parties supérieures de Schambelen, Frickberg, Betznau. *Argile à Opalinus*, avec l'Ammonites opalinus. Schambelen supérieur, Sissacherfluh, etc.
I. Jura noir	Supérieur	Toarcien	Piz Padella en Engadine, Stockhorn, Hochmad, au-dessus de Blumenstein Bex	*Morne à Jurensis* avec les A. jurensis et radians. *Posidonienschiefer* (schistes à Posidonia) avec Estheria Bronnii. Belemnit. paxillosus. Schambelen, Betznau, Farnsberg (Boll).
	Moyen	Liasien	Bommerstein Mageren, Chaîne du Stockhorn Environs de Bex	*Argile à Amaltheus* (Amaltheenthone) avec Am. amaltheus et costatus Frick, Gansingen, Staffelegg, etc. *Morne à T. numismalis* avec la Terebrat. numismalis, Gryphæa cymbium, Pecten priscus. Frick, Ittenthal.
	Inférieur	Sinemurien		*Calcaires à Gryphées* avec Gryphæa arcuata et obliqua. Amm. Bucklandi. Schambelen, Prattelen, Arisdorf. *Marnes à Insectes.* Schambelen inférieur.

qui en fait partie est appelé *jura noir* à cause de la couleur foncée de ses marnes provenant de la grande quantité de substances organiques qu'elles renferment; les propriétés ferrugineuses du jura brun indiquent que l'eau de la mer, à cette époque, devait tenir beaucoup de fer en solution; et les matières organiques que renferment les couches révèlent qu'elles sont l'œuvre d'opérations lentes et continues.

Dans le jura blanc de Porrentruy on peut distinguer 27 couches superposées dont chacune est caractérisée par des pétrifications spéciales; ainsi l'on rencontre les Nérinées (fig. 76) et les Ptérocères (fig. 78) dans des couches bien déterminées et qui sont séparées les unes des autres par des dépôts où ces débris manquent, mais qui renferment par contre une grande abondance de Bivalves. Il est donc évident que pendant l'époque jurassique supérieure, et dans cette localité, les conditions d'existence de ces animaux ont été souvent modifiées, et que, comme conséquence, d'autres faunes survenues avec le temps ont été remplacées elles-mêmes lorsque d'autres conditions se sont présentées.

Thurmann admet 20 faunes successives pour le jura blanc de Porrentruy. Les mêmes modifications se produisent actuellement, soit dans nos mers, soit sur nos continents, mais avec une telle lenteur qu'elles exigent une série incalculable de siècles pour produire les mêmes résultats.

D'après les types d'animaux renfermés dans les différentes couches jurassiques, on a classé le jura par étages qui sont consignés dans le tableau qui précède

Nous avons fait observer plus haut (p. 155) la grande différence qu'il y a entre les roches calcaires des Alpes et celles du nord-ouest du Jura. Dans les premières, les pétrifications sont très-rares, et il est difficile de classer les puissants massifs qui les renferment; cependant les deux grandes divisions du jura blanc et du brun s'y reconnaissent.

Le jura brun se compose en majeure partie d'un calcaire compacte avec des granules d'oxyde de fer qui par la désagrégation des roches colorent la terre en rouge, et donnent aux pierres une couleur rouge ou brun-rouge. On peut suivre cette formation le long des Alpes depuis

Gonzen, dans le canton de Saint-Gall, à travers les cantons de Glaris, d'Uri, d'Unterwald, jusqu'à la chaîne du Stockhorn, et dans les environs de Louëche, quoiqu'elle n'affleure pas partout. Dans quelques localités, le fer domine tellement que les pierres donnent un excellent minerai. Celui de Gonzen appartient à cette formation; il était exploité autrefois à Oberleglialp, dans le Klönthal, au-dessus de Golzern, sur la Windgelle, dans les vallées du Gentel et de Lauterbrunnen. Les fossiles de ces minerais établissent que ceux-ci appartiennent bien au jura brun.

Les parois calcaires qui dominent de 500 pieds le lac alpestre et romantique d'Oberlegli (canton de Glaris) renferment de nombreux animaux marins dans un banc d'oolithe ferrugineux. Nous avons reçu de cette localité 6 Ammonites : A. Martinsii (fig. 67), A. Parkinsoni (fig. 69), A. Morrisi Oppel (fig. 68), A. Backeriæ? A. hecticus et A. rectelobatus Hauer; l'Ancyloceras annulatus Dsh.; la Pleurotomaria armata Orb., l'Ostrea pectiniformis Queust., et le Belemnites giganteus, tous animaux caractéristiques du jura brun. La chaîne du Stockhorn a donné plus d'espèces encore (voy. Studer : Géologie de la Suisse, II, p. 44).

Une comparaison détaillée nous permet de reconnaître, dans les Alpes, les différents étages du jura brun. A Bommerstein, près de Mols, le professeur Escher de la Linth et Mösch ont trouvé l'Ammonites opalinus et l'Estheria opalina; et dans une couche un peu supérieure et tout à fait semblable à l'argile à Opalinus du canton d'Argovie, la Gyrochorte comosa et l'Equisetum veronense Z.? Les roches de Fares, de Valeyre, près de Montreux et de Roche, entre Villeneuve et Yvorne, dans le canton de Vaud, se rattachent par leur nombreux Zoophycos aux couches à Murchisonia et les dépôts d'Ammonites d'Oberleglialp au bathonien*. Plu-

* M. J. Bachmann a démontré qu'on y trouve les couches d'Humphriesianus comme celles à Ammonites Parkinsoni (Hauptrogenstein). Aux premières, il rapporte le calcaire gris à petits grains qui forme la paroi perpendiculaire du First au sud du lac d'Oberblegi et les roches au-dessous de la paroi perpendiculaire du Glärnisch. Au First il trouva : Rhynchonella spinosa Schlotth., Pecten pumilus Goldf. et Avicula tegulata Goldf.; au Glärnischhalden, au-dessus de Ruti, on rencontre l'Am-

sieurs couches inférieures et supérieures du jura brun sont représentées dans la chaîne du Stockhorn. Les pétrifications sont encore plus rares dans le calcaire supérieur des Hautes-Alpes que dans les couches correspondant au jura brun, quoique cet étage soit représenté par des chaînes de montagnes très-considérables et qui s'étendent depuis le lac de Wallenstadt jusqu'à la partie supérieure du lac de Genève (Bas-Valais), comprenant ainsi une zone très-étendue. Quelques-unes de nos plus hautes montagnes sont formées de ce calcaire, ainsi : le Mürtschen, le Glärnisch, le Tödi, le Glariden, le Scheerhorn, le Windgelle, le Titlis, le Wetterhorn, etc. Cependant, dans les cantons de Saint-Gall, de Glaris, de Berne et de Vaud, on a trouvé quelques fossiles identiques à ceux du jura blanc. Près de Wallenstadt, M. Escher a rencontré un banc de Corail avec des Astrées, des Nérinées et des Diceras semblables à celles du jura blanc. Sur la Guppenalp, immédiatement au-dessus du jura brun, sous le calcaire alpin, il y a un banc de calcaire dans lequel M. Bachmann a trouvé plusieurs Ammonites : A. biplex, A. Henrici, A. tortisulcatus Orb. et A. flexuosus M. ; une Pentacrinite : P. subteres Müll. ; la Rhynchonella lacunosa, var. arolica, caractéristiques des couches de Birmenstorf. M. A. Escher de la Linth a découvert sur le sommet du Schilt l'Ammonites arolicus Opp., l'Aptychus lamellosus Park., les Belemnites hastatus et B. Sauvanasi et le Nulliporites hechingensis, qui caractérisent les couches de Birmenstorf. Sur les bords du lac des Quatre-Cantons, dans le calcaire oxfordien, entre Sissikon et la Tellsplatte, on peut voir un banc d'Huîtres qui renferme de nombreuses pétrifications : entre autres les Ostrea hastellata Quenst., O. gregaria Sow., Gryphæa

monites Humphriesianus. L'oolithe ferrugineux est beaucoup plus riche en pétrifications. Bachmann compte dans le lac d'Oberblegi et au Stafel de Guppenalp 45 espèces, parmi lesquelles : Rhynchonella plicatella Sow., R. spinosa Schl., Terebratula Wurtembergica Opp., T. Mandelslohi Opp., Myoconcha crassa Sow., Lima pectiniformis Schl., Pleurotomaria conoidea Dsh., Ammonites garantianus Orb., A. subfurcatus, A. Parkinsoni Sow., A. Wagneri Opp., A. arbustigerus Orb., A. Martinsi Orb , A. Deslongchampsi Opp., A. Morrisi Opp., A. Ymir Opp., A. Waterhousei Morr., A. aspidoides Opp., A. subradiatus Orb., Nautilus clausus Orb., Belemnites canaliculatus Schl.

alligata Quenst., plusieurs Térébratules et quelques restes d'une Sépia (Eleutheroteuthis Helvetiæ Gieb.*).

Dans la chaîne des montagnes calcaires qui commence dans les environs de Weissenbourg et s'étend jusqu'à la Tour de Mayen et d'Aï, devant Yvorne, il y a plusieurs localités (ainsi près du pont de Wimmis, au Pfadfluh, sur la crête du Wildenmann et sur la route des Ormonts, d'Aigle au Sépey) où l'on rencontre des pétrifications qui ont une complète analogie avec celles du jura blanc supérieur. Il n'y a donc aucun doute que ces montagnes calcaires n'aient été formées pendant l'époque jurassique supérieure, mais la rareté des pétrifications ne permet guère de s'orienter et de déterminer les différents étages du jura blanc.

Il en est tout autrement pour le Jura proprement dit. La richesse des animaux qui nous ont été conservés dans ses roches nous permet de reconnaître facilement le développement des différentes couches : le tableau qui précède en rend un compte fort exact ; il a été dressé d'après les recherches de nos géologues jurassiens**, MM. P. Merian, A. Gressly, E. Mösch, E. Desor, Thurmann, A. Müller et Lang. Je ne puis faire ici qu'un rapide examen de ces différentes couches, et je renvoie aux auteurs ci-dessus nommés les personnes qui désireraient avoir des rensei-

* Voy. Prof. Giebel am Vierwaldstættersee, Zeitschr. für die gesammten Naturwissenschaften, 1869, S. 289.

** P. Merian, Beitræge zur Geognosie. Basel, 1821.

A. Gressly, Observations géologiques sur le jura soleurois. Neue Denkschriften der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft, II, 1838. IV, 1840. V, 1841.

Casimir Mösch, das Flœtzgebirge im Kanton Aargau. Denkschriften, XV, 1857. Verhandlungen der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft von 1862, p. 156. Neujahrsblatt der Zürcher naturforschenden Gesellschaft für 1867.

E. Desor und A. Gressly, Études géologiques sur le jura neuchâtelois. Neuchâtel, 1859.

J. Thurmann, Lethæa bruntrutana ou études paléontologiques et stratigraphiques sur le jura bernois. Denkschriften, XVIII, 1861. XIX, 1862. XX, 1862.

Beitræge zur Geologie der Schweiz, herausgegeben von der geologischen Komission. Erste Lieferung : Der Kanton Basel, von Dr. A. Müller, 1863.

Fr. Lang, Geologische Skizze der Umgebung von Solothurn. Schulprogramm pro 1863. Je me suis surtout laissé guider par les remarquables travaux de M. Mösch à qui je suis également redevable de plusieurs communications verbales.

gnements plus complets sur l'ensemble et sur la composition organique des diverses couches de notre Jura.

Nous avons reconnu trois grands étages dans le jura ; chacun se compose à son tour de plusieurs sous-étages ou étages intermédiaires qui se distinguent les uns des autres par les débris organiques qu'ils renferment et par les propriétés particulières de leurs roches.

En commençant par le jura brun, la couche la plus basse que nous rencontrions est l'*Argile à Opalinus* qui a reçu son nom d'une Ammonite (A. opalinus Quenst.) dont les coquilles, principalement dans le jura de la Souabe, ont été retrouvées intactes et revêtues encore de leur nacre. Cette espèce, qui du reste se distingue à peine de l'A. Murchisoniæ, se rencontre avec l'A. torulosus et l'Estheria opalina Quenst. dans les grands gisements marneux de Schambelen supérieur dont la marne foncée appartient exclusivement à ce sous-étage. On a également observé cette argile dans le canton de Bâle, à Soleure, à Neuchâtel* et au Hauenstein où elle a une épaisseur de 60 mètres. Elle se délite très-facilement, ce qui donne lieu parfois à des accidents par la chute de pans de rocher. Elle est partout très-pauvre en pétrifications, tandis que le sous-étage qui suit renferme au contraire une grande quantité d'animaux parmi lesquels abonde l'A. Murchisoniæ Sow. (fig. 65). On y rencontre pareillement des Peignes, entre autres le Pecten personatus Goldf. ; il gît par milliers dans un calcaire arnénacé brun qui, se délitant aisément, fournit un excellent engrais. Il renferme aussi des rognons d'argile dont la grosseur varie de la noix au poing.

L'*Oolithe* ou *Rogenstein* constitue le jura brun moyen ; il renferme des corpuscules sans nombre en forme de boulettes ou de lentilles ; on les a comparés à des œufs de Poisson, ce qui a valu ce nom à la roche. L'Ooli-

* Mais elle n'apparaît qu'à une place, au pied du Montperreux. Cependant Desor et Gressly, dans une coupe idéale établie pour la construction du chemin de fer du Jura industriel (Voy. coupe géologique des tunnels des Loges et du Mont-Sagne), ont fait figurer dans l'intérieur de la montagne l'argile à Opalinus et le lias. Leurs hypothèses ont été pleinement confirmées par la construction du tunnel, et il ne reste maintenant aucun doute que le jura brun et le noir existent réellement dans ces localités.

the se divise en trois sous-étages; l'inférieur et le supérieur contiennent beaucoup de fer qui leur communique une couleur foncée et souvent brun-rouge. Ce sont ces oolithes ferrugineux qui, dans plusieurs localités, ont été exploités pour leur minerai ; ainsi près des bains de Bubendorf (o. inférieur) et près de Sulz (o. supérieur); ce dernier donne les fers de Laufenburg.

Entre ces couches d'oolithe brun et ferrugineux, on en trouve une d'oolithe blanc, ou jaune-blanc qui forme la plus grande partie des dépôts jurassiques bruns des cantons d'Argovie et de Bâle, et se reconnaît de loin à sa couleur et à sa disposition. Elle commence à l'ouest de Mandach, passe à Wasserfluh et va jusqu'à Staffelegg où le gisement est très-important. D'après le docteur Müller, il atteint environ 150 mètres dans le canton de Bâle. Là il prend fin, tandis qu'on peut le suivre au loin du côté de l'ouest. Ses parois calcaires d'un blanc jaune sont couvertes de végétation, et les eaux qui se précipitent par dessus en gaies cascades donnent aux vallées oolithiques du canton de Bâle un charme particulier. Les hauteurs oolithiques voisines du canton d'Argovie, déchiquetées, à sommets en forme de dents et de quilles prêtent au paysage un aspect tout spécial.

L'oolithe supérieur ne renferme que peu de pétrifications, tandis que l'oolithe ferrugineux inférieur en présente au contraire en abondance et fort bien conservées; nous remarquons dans le nombre le Belemnites giganteus, l'Ammonites Humphriesianus Quenst., plusieurs Peignes et Térébratules : Pecten disciformis, Terebratula Meriani, T. perovalis, qui sont communs. Parmi les plantes marines, on distingue les grandes espèces de Zoophycos (fig. 92) qui jouent un rôle important; on les rencontre aussi dans les couches à Murchisonia.

L'âge relatif de notre oolithe supérieur, malgré la rareté de ses pétrifications, peut cependant être déterminé; quelques espèces nous sont parvenues en bon état, ainsi l'Ammonites Parkinsoni (fig. 69), Ostrea acuminata (fig. 81), Clypeus sinuatus (Pl. IX, fig. 2), Cidaris Schmidlini Des.

Les premiers étages du jura brun supérieur sont composés de marnes bleues ou bleu-gris à Discoïdes; ils n'ont qu'une faible épaisseur (de 24 à 30 pieds), mais possèdent un grand nombre de pétrifications. Une quantité d'Oursins bien conservés, entre autres l'Holectypus depressus (Pl. IX, fig. 5), de nombreux Mollusques, parmi lesquels beaucoup d'Ammonites, l'A. Parkinsoni (fig. 69), A. discus (fig. 64), Ostrea Marshii et acuminata (fig. 81). Ces Mollusques se rencontrent déjà dans le jura brun moyen.

Après les marnes à Discoïdes viennent des calcaires arénacés d'un brun-jaune qui fournissent un très-bon engrais, mais qui en de certains endroits donnent une bonne pierre à bâtir (ainsi à Frick et à Hauenstein). Cette pierre est estimée pour les cadres de portes et de fenêtres. Ces calcaires renferment à profusion une Ammonite globuleuse, A. macrocephalus Schl., qui acquiert quelquefois la grosseur d'un petit melon. Cette couche a reçu son nom de cette Ammonite; elle est visible dans tout le jura et a presque la même épaisseur que la couche précédente. Les marnes à A. ornatus sont aussi généralement répandues; elles consistent en couches peu épaisses d'argile d'un rouge-brun ou en cailloux argileux jaunes. Ces derniers renferment souvent des restes d'animaux marins pétrifiés parmi lesquels se distingue la belle Ammonites ornatus (fig. 71) qui est très-répandue; on y rencontre aussi l'Ammonites Jason (fig. 70) et l'A. Parkinsoni, que nous avons déjà observées et à côté desquelles on trouve d'autres espèces en grand nombre. Le Belemnites semihastatus, qui gît là par millions, a dû certainement jouer un rôle important dans la faune de cette époque. M. Mösch a trouvé dans la coquille d'une Ammonite les restes d'un Crustacé, ce qui permet de croire, par analogie avec les mœurs du Bernard l'Ermite, que ce Pagure s'était emparé de cette coquille et en avait fait sa demeure.

Le jura blanc se divise à son tour en trois sous-étages qui se subdivisent eux-mêmes en couches nombreuses dont le classement a été établi en grande partie par M. Mösch.

Le jura blanc inférieur commence par les *couches de Birmenstorf*, qui

consistent en gisements calcaires de peu d'épaisseur et d'un gris cendré. Dans les vignes de Birmenstorf et d'Auenstein, de Hausen et de Schinznach, sur les hauteurs de Hornussen, de Bötzen, d'Elfingen, et dans d'autres localités on trouve, surtout au printemps, beaucoup de pétrifications bien conservées, qui se sont détachées de la pierre pendant l'hiver. La Rhynchonella lacunosa var. arolica Opp. (fig. 87), striée de sillons longitudinaux et profonds, l'Ammonite à côtes fourchues (A. biplex, fig. 66), le Cidaris coronata (Pl. IX, fig. 4), accompagnés de nombreuses Éponges et d'animaux marins, réjouissent le naturaliste qui aime à retrouver les hôtes de nos mers primitives. On rencontre aussi dans la couche supérieure d'Effingen le Nulliporites hechingensis qui compose la masse des rochers.

On peut suivre les couches de Birmenstorf dans les cantons de Bâle et de Soleure (à Buchsiberg et à Oberbuchsiten); elles affleurent encore ailleurs, par exemple au Randen.

La seconde couche du jura blanc inférieur est appelée *Couches d'Effingen* (de M. Mösch); elle consiste en une argile calcaire gris-bleu, molle et très-fendillée, alternant avec des masses dures et renfermant aussi des cailloux désagrégés. On peut les suivre de Schlossberg au-dessus de Bade, jusque dans les environs de Schinznach. A Effingen elles atteignent une hauteur de 300 pieds. Elles donnent un excellent ciment qu'on exploite à Aarau, Küttigen et Mülligen.

La Terebratula impressa (fig. 88), qui est très-abondante dans cette argile, a donné, en Souabe, son nom à ce sous-étage; on l'appelle *Impressenthon*.

Dans le jura blanc moyen on distingue trois couches.

Les *Couches de Geissberg* (de Mösch) ont une épaisseur de 100 pieds; elles sont d'un calcaire jaunâtre qui fournit une excellente pierre à bâtir, exploitée dans plusieurs localités. Les plus belles couches de cette roche se voient sur les parois perpendiculaires du Geissberg; on y trouve de nombreuses et belles pétrifications, que l'on rencontre également dans plusieurs carrières d'Argovie (Wildegg, Aarau, Gösgen et Olten). On

peut citer parmi les plus belles espèces: les Pholadomia paucicosta (fig. 84), Ph. cor Ag., Ph. cingulata Ag., etc., l'Ostrea caprina, le Mytilus amplus, la Perna mytiloides et la Pinna lanceolata.

Plus loin, à l'ouest d'Olten, la roche se change en marne gris-bleu, mais à l'est elle ne dépasse pas Kaiserstuhl.

Les roches des couches suivantes, « *Couches de Chailles* » ont dans l'ouest un caractère tout différent que dans l'est de la Suisse.

A Porrentruy et à Soleure ainsi que dans l'ouest du canton de Bâle jusque dans les environs de Liestal, ces couches consistent en une marne calcaire grise, et souvent remplie d'un sable rêche; elles alteruent vers le haut avec des couches de roguons calcaires siliceux, ronds et gros comme la tête; dans le Jura français, on les appelle: « *Chailles.* » Cette formation a une épaisseur d'une centaine de pieds dans l'ouest de la Suisse; cependant elle disparaît complétement aux frontières ouest des cantons de Bâle et d'Argovie.

Une ligne tirée de Bâle à Obergösgen détermine la limite où ces gisements caillouteux sont remplacés par un calcaire oolithique bigarré que M. Mösch a appelé *Couches à Crenularis.*

A l'est, les couches à Chailles ne dépassent pas le canton d'Argovie, et déjà au Geissberg et au Ryfluh elles sont réduites à l'épaisseur de 3 à 4 pieds.

La différence qui existe dans la composition de ces couches de l'est à l'ouest de la Suisse n'est pas la seule, car les pétrifications qu'elles renferment diffèrent aussi entre elles. Cepeudaut elles ont en commun environ deux douzaines d'espèces, parmi lesquelles je citerai en premier lieu l'Hemicidaris crenularis Ag. (Pl. IX, fig. 6), Oursin pourvu de grands radioles.

La partie est est très-riche en fossiles qui lui sont particuliers; il en est de même de la partie ouest. Cette dernière est caractérisée par ses Coraux (Astræa et Lithodendron), et ses Oursins qui sont dominants, tandis qu'à l'est ce sont des Éponges et des Bivalves; les Oursins n'y sont pas rares non plus, mais ils sont représentés par d'autres espèces.

Les couches appelées par M. Mösch *Caprimontana*, paraissent constituer un dépôt spécial. Elles forment un banc calcaire de 26 à 30 pieds d'épaisseur, composé d'argile feuilletée et entremêlée de couches à Crenularis qui, sur le Ryfluh, près de Braunegg, à Baden (Schadenmühle) et ailleurs, fournissent une pierre de construction estimée. Elles renferment un grand nombre de radioles pointus, qui appartiennent à un Oursin, le Rhabdocidaris caprimontana Des.

Les couches les plus importantes du jura blanc moyen sont celles du calcaire corallien dont nous avons déjà parlé. Ici encore, comme pour les couches à Crenularis, nous trouvons une différence entre l'est et l'ouest de la Suisse. D'après M. Mösch, les calcaires blancs argoviens de Würenlingen, au Ryfluh et au Geissberg, disposés en bancs de 8 à 10 pieds d'épaisseur, appartiennent à ces couches.

A l'ouest de Bâle le corallien a 100 mètres, à Porrentruy 65, tandis que dans le canton de Neuchâtel il n'a que 4 mètres ; son épaisseur varie donc beaucoup.

Le jura blanc supérieur de Porrentruy se divise, d'après Thurmann, en trois couches, qui ont pris leur nom des animaux spéciaux qui y sont renfermés. Ce savant a démontré les transformations lentes que la faune a subies à cette époque.

Il a nommé les couches inférieures *Astartien*, à cause d'une Astarté (fig. 83) ; les secondes *Strombien*, à cause d'une espèce de Ptérocère (Strombus), et la troisième *Virgulien*, par la présence très-fréquente de l'Exogyra virgula (fig. 82).

L'astartien a une épaisseur moyenne de 78 mètres. Ce sont des bancs calcaires réguliers, plus gris que blancs, et entremêlés de couches de marne.

Le strombien est formé de bancs calcaires jaunes, alternant avec des couches de marnes. Ces bancs ont une épaisseur moyenne de 51 mètres.

Le virgulien, dont l'épaisseur est à peu près la même, consiste, à Porrentruy, en bancs calcaires marneux, blanchâtres et jaunâtres ; c'est lui qui forme la couche supérieure du jura.

Ces trois sous-étages du jura blanc supérieur s'étendent aussi sur la chaîne du Jura dans les cantons de Soleure, Neuchâtel et Vaud. Leurs parois rocheuses, jaunes ou blanches, privées de végétation, leurs pentes désertes et stériles donnent au paysage un aspect tout spécial.

Le jura blanc supérieur a beaucoup moins d'importance dans la Suisse orientale. Le virgulien y est fort peu développé; mais par contre l'astartien y est fortement représenté; il correspondrait, d'après M. Mösch, à la partie supérieure de l'astartien de l'ouest et n'offre qu'une couche de 8 à 12 pouces d'épaisseur; elle est grise et renferme des rognons verdâtres. On y rencontre des Térébratules (T. insignis), le Gryphæa alligata, un Oursin, le Cidaris suevica, et un Aptychus caractéristique : A. lamellosus.

A l'astartien inférieur appartiennent probablement les *Letzischichten* et *Badenerschichten* de M. Mösch, qui ont beaucoup d'analogie avec les étages iuférieurs du jura blanc, mais s'écartent à plusieurs égards des formations du même âge de la Suisse occidentale.

Les Letzischichten se font reconnaître, au Bötzberg, par des plateaux calcaires d'un grain très-fin; ils ressemblent beaucoup aux pierres lithographiques de Solenhofen. En d'autres localités, ces couches sont remplies de Pentacrinites, P. subteres, ainsi à Baden et à Braunegg.

Nous rencontrons les Badenerschichten sur le talus est du tunnel de Baden, près d'Endingen, de Rieden, dans le Siggenthal, au Lägerberg, au-dessus de Wettingen, et près de Regensberg, où elles ont une épaisseur de 45 pieds. C'est un calcaire gris très-argileux; il se délite facilement et donne à la roche une apparence corrodée.

Les *Wettingerschichten* doivent être rapportées au strombien. Elles forment des bancs de calcaire blanc, renfermant des rognons de pierres à fusil; il n'est pas rare de les voir coupées par des crevasses et des entonnoirs. Elles renferment des Oursins à grands radioles que nous avons reproduits en demi-grandeur nat. Pl. IX, fig. 1; c'est le Rhabdocidaris nobilis Münst. Une seconde espèce d'Oursin du Lägern, le Rh. princeps est encore plus grosse; le test a jusqu'à 5 pouces de diamètre.

Il est curieux de voir apparaître dans les Badenerschichten, à côté des espèces qui leur sont propres, des espèces appartenant aux couches inférieures du jura blanc, comme la véritable Rhynchonella lacunosa Schlott. sp. et le Cidaris coronata, que nous avons rencontrés en abondance au Lägern; les Éponges, Scyphia obliqua (fig. 62), et Cnemidium Goldfussi (fig. 63), sont très-répandues; ce sont les mêmes espèces que nous avons vues dans les couches de Birmenstorf.

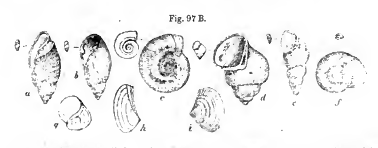
La transition des dépôts de la période jurassique à ceux de la période crétacée est représentée par une formation particulière provenant d'eau saumâtre et d'eau douce. Elle a été découverte, ces dernières années, dans notre jura, et présente une grande analogie par ses restes organiques avec une formation anglaise nommée *Purbeck*. Cette formation clôt la série des dépôts jurassiques; elle nous indique qu'à cette époque le relèvement du pays, qui avait déjà commencé pendant le jura blanc, avait porté la Suisse occidentale (du moins pour la zone jurassienne) au-dessus du niveau de la mer. C'est ainsi que l'on peut expliquer la présence de sédiments d'eau douce.

Le purbeck a son plus grand développement à Villers-le-Lac (Doubs); il semble s'être étendu sur tout le canton de Neuchâtel, et on l'a aussi observé dans les localités françaises des environs (Nantua). Il consiste en une marne calcaire de peu d'épaisseur, placée en couches concordantes entre l'étage supérieur du jura et l'étage inférieur de la craie (valangien). Ces dépôts ont été signalés pour la première fois dans nos contrées par M. A. Jaccard, et c'est M. P. de Loriol* qui a décrit les animaux qu'on y a trouvés jusqu'ici. Sur les 26 espèces observées, 23 appartiennent aux Mollusques et aux genres : Auricula, Carychium, Physa, Planorbis, Paludina, Bithynia, Valvata, Cerithium, Turitella, Neritina, Corbula, Cyrena, Cardium, Lithodomus et Gervilia, 2 aux Polythalamiens (Nonionina) et 1 aux Cypris. Ce sont toutes de très-petites espèces, peu

* Voy. Étude géologique et paléontologique de la formation d'eau douce infra-crétacée du jura et en particulier de Villers le Lac par P. de Loriol et A. Jaccard, tome XVIII des Mém. de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève.

remarquables; mais quelques-unes du moins se présentent en grand nombre. La fig. 97 B. nous en donne les formes principales.

Fig. 97 B.

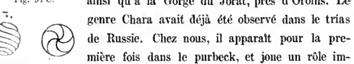


a Auricula Jaccardi Lor.; b. Carichium Brotianum Lor.; c. Planorbis Loryi Coq.; d. Paludina Sautieriana Lor.; e. Bithinia Chopardiana Lor.; f. Valvata helicoides Forb.; g. Neritina valdiensis Rœm.; h. Corbula inflexa Rœm.; i. Cardium purbeckense Lor. — Les figures ombrées sont grossies, les autres de grandeur naturelle.

Le genre Auricula se rencontre toujours sur les bords de la mer, et annonce par conséquent le voisinage d'une côte marine; on peut en dire autant des genres Corbula, Cardium, Cerithium et Turitella qui vivent dans l'eau saumâtre et à l'embouchure des rivières. Par contre, on ne trouve maintenant les espèces des genres Planorbis, Carychium, Physa, Paludina, Bithinia, Valvata et Cyrena que dans les eaux douces dont ils démontrent la présence pendant le purbeck.

A ces petits animaux, il faut ajouter une plante, le Chara Jaccardi dont les fruits se retrouvent en quantité considérable à Villers-le-Lac, ainsi qu'à la Gorge du Jorat, près d'Oroins. Le genre Chara avait déjà été observé dans le trias de Russie. Chez nous, il apparaît pour la première fois dans le purbeck, et joue un rôle important depuis lors jusqu'à maintenant. C'est une plante articulée à rameaux verticillés portant des fruits ovales ou sphériques dont le tégument se compose de 5 fils roulés en spirale qui lui donnent une élégante apparence striée. Notre espèce (Chara Jaccardi) a des fruits fort petits d'un ovale court et obtus aux extré-

Fig. 97 C.



Chara Jaccardi Hr.

mités; ils se composent de 6 champs enroulés en spires aplaties et terminés par un tour plus rapide. Ce Chara est aussi très-commun dans le purbeck anglais qui a de commun avec le nôtre 7 espèces de Mollusques, savoir : le Cypris purbeckensis Forb., Physa wealdiana Coq., P. Bristovi Forb., Paludina elongata Sow., Valvata helicoides Forb., Corbula Forbesiana Lor., et Cardium purbeckense Lor. En Angleterre, le purbeck est beaucoup plus développé que chez nous; on y a trouvé de nombreux Insectes et quelques petits Mammifères.

Cette récapitulation des étages et des sous-étages de notre jura démontre que pendant l'époque de formation de ces montagnes, les dépôts, les flores et les faunes de cette mer ont été souvent modifiés.

La délimitation de l'area des espèces par époques et par localités nous offre encore un vaste champ d'études intéressantes.

Nous voyons que plusieurs espèces n'apparaissent que dans des couches déterminées et n'ont eu qu'une durée assez courte; tandis que d'autres ont persisté à travers toutes les couches et même à travers plusieurs étages principaux, ainsi l'Ostrea acuminata et l'Ammonites Parkinsoni, que nous avons vues dans le jura brun moyen, se retrouvent encore dans le supérieur. Les Nerinea bruntrutana (fig. 76) et Pterocera oceani (fig. 78) persistent depuis le corallien jusqu'au strombien et au virgulien; les Rhynchonella lacunosa (fig. 87) et Cidaris coronata (Pl. IX, fig. 4) apparaissent par masses dans le jura blanc inférieur et le supérieur. Il en est de même des plantes; les Nullipores ne sont nullement circonscrits aux couches de Birmenstorf, car on les trouve aussi dans le jura blanc supérieur.

Quoique, dans tout le domaine jurassique, les étages principaux et la plupart des couches puissent être suivis facilement, il y a, comme nous l'avons remarqué, une différence sensible dans le caractère minéralogique de ces couches et dans la faune orientale et dans l'occidentale de la Suisse.

Nous avons vu que l'oolithe des cantons de Bâle et d'Argovie présente une grande épaisseur, qu'en continuant à l'ouest, ce gisement perd de son importance et qu'à l'est, près de Mandach, il disparaît.

Les caractères dominants du jura brun sont accentués en Argovie et dans le territoire bâlois; tandis que, dans la Suisse occidentale, c'est le jura blanc qui donne son cachet au pays.

Il est à remarquer que le lias et le jura brun de toute la Suisse et des départements français limitrophes ont par leurs fossiles jusque dans les plus petites modifications une identité complète avec les mêmes formations de la Souabe; pour le jura blanc au contraire cette identité s'arrête aux cantons de Schaffhouse et d'Argovie, et cesse dès que l'on se dirige vers l'ouest.

Le jura blanc prend dans les cantons de Berne, de Neuchâtel et de Vaud, ainsi qu'en France, un caractère tellement différent, qu'il est difficile de coordonner les couches contemporaines. A mon sens, l'explication de ce fait se trouve dans la configuration du pays à cette époque.

Nous avons étudié précédemment le territoire de la Forêt-Noire et des Alpes centrales; nous devons chercher maintenant à déterminer leur forme pendant la période jurassique. La carte suivante (fig. 97) nous y aidera.

Fig. 97.



Europe centrale à l'époque jurassique. (Les continents sont en blanc, les parties ombrées représentent la mer.)

La Forêt-Noire s'avançait en Suisse depuis Bâle à Klingnau par une large bande triasique que nous connaissons déjà, et qui formait ainsi le côté sud de ce continent limité, à l'est, par la Wuttach; nous l'avons déjà désigné sous le nom de pays d'Odin. Il comprenait une grande partie du Wurtemberg et de Bade, et s'avançait aussi sur la France orientale jusqu'à la Moselle. En Alsace, ce territoire avait déjà été précédemment entamé par un bras de mer. Il resta probablement réuni au continent jusqu'à l'époque du jura moyen, comprenant alors une partie importante de l'Europe centrale, et formant un cap sud*.

D'autre part, la chaîne des montagnes cristallines composant le noyau alpin était une terre ferme, puisque les dépôts jurassiques leur manquent (quelques lagunes s'avançaient sans doute çà et là dans cette terre ferme). La mer jurassique, qui couvrait une grande partie de la France et baignait les frontières qui séparent ce pays de la Suisse, s'étendait sur cette dernière en s'élargissant de manière à former un vaste bassin dans l'espace compris entre le pays d'Odin et l'île du groupe alpin. Elle communiquait avec la mer orientale qui recouvrait une partie de la Bavière et le sud ainsi que l'est de la Souabe.

* Le bassin compris entre la Forêt-Noire et le pays d'Odin était occupé par la mer, pendant le lias et le jura brun, et formait une anse considérable du golfe alsacien. M. le prof. Fraas (voy. Deffner et Fraas über die Langenbrücker Versenkung. Württemb. Jahrb.) admet cependant que la mer s'étendait depuis là jusqu'en Souabe, de sorte que le continent de la Forêt-Noire aurait été séparé du continent situé plus au nord; car on rencontre à Langenbrücken, dans le grand-duché de Bade, une formation marine qui renfermé comme celle de la Souabe tous les gisements depuis le bonebed jusqu'au jura brun supérieur (couches à Murchisonia); Fraas en conclut qu'il y eut une communication immédiate des mers, quoique les formations marines manquent sur un large espace, depuis la Souabe à Reutlingen en Wurtemberg; l'absence de ces formations obligerait à supposer qu'elles ont toutes été emportées par les eaux. Il me semble cependant beaucoup plus simple d'admettre que le dépôt de Langenbrucken s'est formé dans une baie du golfe alsacien. Le lias et le jura inférieur ont une grande analogie dans tout le pays d'Odin, comme le prouve la comparaison du lias inférieur à Langenbrucken avec celui de Schambelen; par conséquent, il ne faudrait pas s'étonner qu'il en fût de même pour la mer de Souabe. Mais si le golfe alsacien fut en communication avec la mer de Souabe, cela ne put avoir lieu que pendant le jura brun, car à l'époque du jura blanc le continent de la Forêt-Noire était réuni à celui de la forêt d'Odin.

Le bras de mer qui les unissait peut être considéré comme un détroit. En effet, d'une part le pays d'Odin devait aux localités situées entre Bâle et Lauffenbourg d'être la partie la plus méridionale du continent dont nous venons de parler; tandis que d'autre part, et en face, l'île alpine (du Wetterhorn à la Reuss) s'avançait notablement vers le nord. Il est à remarquer que c'est ici justement que le jura brun du canton d'Argovie acquiert son plus grand développement et n'est pas recouvert par le jura blanc. Pour expliquer ces faits, il faut admettre que le jura brun était déjà à sec lorsque se forma le jura blanc, ce qui dut encore plus resserrer le détroit.

Pendant la formation oolithique, le bras de mer était barré, du moins de notre côté; peut-être aussi sa partie méridionale était-elle ensablée; mais on ne peut le dire avec certitude, car tout le pays est recouvert par une formation plus récente (la mollasse). Telle a été sans doute la cause déterminante de la formation oolithique qu'on voit en cet endroit.

L'oolithe ne renferme que quelques pétrifications en bon état; mais en revanche une immense quantité de fragments de corps organisés et même quelques couches sont formées de débris roulés et d'animaux marins brisés. Il y avait donc là une côte contre laquelle battait une mer très-agitée, ce qui n'a rien d'étonnant, car c'était le point de jonction de deux grandes mers. Si nous ajoutons encore le sable que les eaux prirent à la terre ferme pour le précipiter dans la mer et autour duquel le calcaire se déposa, nous aurons ainsi tous les éléments nécessaires à l'explication de cette remarquable formation.

Il est vrai qu'il ne faut pas perdre de vue que c'est dans les pays précités que l'oolithe se trouve le plus développé, et que dans le jura blanc il apparaît seulement par place et sous forme de nids, ainsi dans le corallien de Porrentruy et en Souabe; de nos jours on en constate la présence dans les îles madréporiques.

Si maintenant nous admettons qu'à une époque donnée ce bras de mer, ensablé et comblé, a séparé notre mer jurassique occidentale de l'orientale, nous pourrons nous expliquer pourquoi la nature organique du jura

blanc n'est pas la même à l'est qu'à l'ouest; pourquoi notre jura est si semblable au jura français, pourquoi par contre notre jura oriental est si semblable au jura souabe, et pourquoi la ligne de démarcation passe directement par l'axe du bras de mer.

On comprendra plus facilement encore ce qui précède, si l'on admet que pendant la formation du jura blanc il a dû se produire dans la partie est de la mer jurassique un soulèvement progressif vers l'ouest. Les dernières couches marines du jura manquent en Allemagne; la craie manque également dans toute la Souabe, comme aussi et surtout dans une grande partie de l'Allemagne du Sud; elle manque encore dans le jura oriental, dans le canton de Schaffhouse, sur le Lägern et en Argovie; elle commence à paraître seulement à Bienne, et on peut en suivre les filons vers l'ouest dans les étages inférieurs; car les supérieurs, ainsi que tout le terrain nummulitique et le flysch, qui jouent un si grand rôle dans les Alpes, manquent complétement dans le Jura. Nous voyons par là qu'il s'est produit pendant la période du jura blanc un soulèvement de l'est à l'ouest. Déjà à l'époque de la formation des schistes calcaires de Solenhofen et de Nusplingen (qui appartiennent au jura blanc supérieur), la mer Souabe était devenue plus petite, et dans les derniers temps jurassiques elle avait complétement disparu à l'est du pays d'Odin, qui par conséquent s'était accru d'autant.

Au début de la période crétacée, ce pays s'avançait déjà à l'ouest par le retrait constant de la mer occidentale; et, à l'époque crétacée supérieure, tout le Jura occidental émergea.

Quoiqu'il soit facile de reconnaître dans toute l'étendue du jura souabe et du suisse un soulèvement lent et progressif de l'est à l'ouest, il ne faut pas perdre de vue qu'ils furent soumis à des alternances de mouvements inverses, les bancs de Coraux en sont une preuve. A Porrentruy, les bancs de Coraux inférieurs sont recouverts d'environ 500 pieds de roches calcaires qui appartiennent au jura blanc supérieur (astartien, strombien et virgulien). A l'époque de la formation du calcaire corallien, les bancs étaient très-probablement à une profondeur de 100 à 200 pieds, car les

Coralliaires ne peuvent vivre à de plus grandes profondeurs. Il faut donc qu'il y ait eu là un affaissement lent à la suite duquel ces animaux sont morts en se trouvant à une profondeur considérable, pendant que les bancs supérieurs continuaient à vivre et à bâtir leurs récifs jusqu'à ce que la masse de sable et de vase les eut arrêtés dans leur développement et les eut fait périr. Ce fut alors qu'arrivèrent les Astarte; plus tard, les Coralliaires réapparurent dans l'astartien et le virgulien formant des bancs de calcaire blanc.

Nous observons les mêmes modifications dans les Alpes calcaires : là aussi il se fit, durant l'époque jurassique, des soulèvements progressifs; mais nous y remarquons pareillement de grands affaissements du sol qui eurent lieu à des époques intermédiaires.

Nous avons déjà attiré l'attention sur l'île alpine qui pendant l'époque du jura blanc supérieur semblait s'étendre depuis Aigle jusqu'au lac de Thoune. Les schistes carbonifères sont recouverts de calcaires marins qui renferment quelques Coraux (Astrées et Anthophytes), des Oursins, des Huîtres, des Peignes, des Térébratules et des Mytiles appartenant aux formations jurassiques les plus récentes; ce qui nous prouve clairement que cette île avait de nouveau disparu sous les eaux durant l'époque jurassique, et qu'elle fut habitée par une population marine dans les lieux mêmes qu'occupaient auparavant de vastes forêts. Cette série d'évolutions, changeant alternativement la configuration de la terre ferme et de la mer, nous donne la clef des nombreuses transformations que subirent les faunes marines; en effet, il est clair qu'au milieu de ces modifications la direction des courants, la nature des baies, et par là même les conditions d'existence des plantes et des animaux ont dû changer souvent et beaucoup.

Nous voyons par ce qui précède que les sédiments de notre mer jurassique ont pris une grande part à la constitution montagneuse de notre pays. Mais ces roches ne renferment que peu de richesses métallurgiques. On peut mentionner le fer qui se trouve, comme nous l'avons dit (p. 187), dans l'oolithe ferrugineux du jura brun en quantité suffisante pour

qu'il vaille la peine de l'exploiter. Le gisement le plus important est celui de Gonzen ; il se trouve sur le versant méridional de la montagne et possède une épaisseur de 4 à 20 pieds; il est entouré d'un calcaire noir-bleuâtre. Le minerai se compose d'un peroxyde de fer compacte, et dans la partie supérieure, sur une épaisseur de 4 à 5 pieds, on rencontre du psilomélane; on y observe aussi du fer magnétique, du carbonate de manganèse, du sulfate de baryte, du spath-fluor et du fer sulfuré; ce dernier rend l'extraction du fer très-difficile. Le minerai est transporté de la montagne dans la vallée et fondu à Plons; c'est une des plus anciennes exploitations de fer de la Suisse, il est même probable qu'elle remonte à l'époque celto-romaine. Elle était probablement en activité au XI[e] siècle, car Henri III donna à l'abbé Birchtilo de Pfäffers le convent et ses dépendances avec les mines d'or et d'argent. Dans les documents de 1315, 1385 et 1396, la propriété des mines de fer de Gonzen est reconnue aux comtes de Werdenberg ; en 1483, elles échurent aux sept cantons helvétiques qui les donnèrent en fief. La production du minerai avait fini par diminuer beaucoup, lorsqu'en 1824 ces mines devinrent la propriété de MM. Neher, de Schaffhouse, qui remontèrent l'affaire. Mais ils ne purent supporter la concurrence des fers anglais et belges, de sorte que depuis quelques années l'exploitation a été abandonnée. Elle rendait dans les derniers temps de 16,000 à 20,000 quintaux de minerai environ par an; on en obtenait de bons fers de forge et un excellent acier fondu qui, d'après J.-J. Scheuchzer, étaient très-estimés depuis 150 ans.

Un second produit de l'époque jurassique est la houille; mais elle s'y trouve en si faible quantité et en couches si minces, qu'elle a une valeur insignifiante comme exploitation. Les charbons jurassiques, comme nous l'avons vu (p. 179), se rencontrent au sud-est de la Suisse et sont exploités dans le canton de Berne sur les deux côtés de Klus, sur la pente nord du Holzerfluh, ainsi que sur la rive gauche du lac de Genève, au pied des Cornettes, dans la vallée d'Abondance et au-dessus do Vouvry. D'après Studer, le charbon est noir, luisant, disposé en petits feuillets et riche en bitume; il forme de petits gisements de 6 à 18 pouces, ou des

nids dans une marne schisteuse, et dans un calcaire arénacé qui a 20 à 30 mètres d'épaisseur; ce calcaire repose immédiatement sur les masses supérieures du jura blanc inférieur.

Le jura blanc supérieur fournit en outre une excellente pierre à bâtir; les calcaires de Soleure sont renommés et exportés au loin; de nombreuses carrières sont aussi en activité dans les cantons de Neuchâtel, de Berne et d'Argovie; la plupart de celles du canton d'Argovie (Aarau, Gösgen, Biberstein, Wildegg, Lauffohr et Remigen), sont ouvertes dans les couches du Geissberg. Les plateaux à grain fin des letzischichten du jura blanc supérieur, au Bötzberg, sont exploitées par M. Mösch comme pierre lithographique.

Le jura blanc supérieur se compose de roches très-dures, qui se délitent difficilement; le sol, par conséquent, en est en général sec et improductif; ses plaines élevées et les flancs de ses montagnes ont une apparence triste et nue, tandis que le jura brun et plus encore le lias, étant parcourus par de nombreuses veines de marne qui se délitent facilement, donnent un terrain très-fertile.

En revanche, on préfère beaucoup, pour la construction des tunnels, le jura blanc au brun ou au noir, ainsi qu'on l'a vu dans les grands tunnels des chemins du Jura et dans celui du Hauenstein; les premiers sont taillés dans le jura blanc et ne reposent sur le lias que par quelques points, tandis que le dernier est percé dans une grande masse de pierres tendres, d'argile à Opalinus et de lias qui ont non-seulement offert de grandes difficultés pour la construction, mais dont l'entretien entraîne beaucoup de frais.

CHAPITRE V

L'ÉPOQUE CRÉTACÉE

Répartition de la terre et des mers pendant l'époque crétacée. — Étages de la craie. — Différence des dépôts dans les roches alpines et jurassiennes. — Area des animaux sur nos côtes crétacées. — Comparaison de notre faune avec celles des mers voisines pendant l'époque crétacée en général et pour chacun des étages en particulier. — Récapitulation des transformations les plus importantes qui se sont accomplies pendant cette période. — Flore de la mer crétacée. — Faune. — Les Rhizopodés. — Les Polythalamiens du seewerkalk, du gault et du schrattenkalk (par le prof. Kaufmann). — Les Orbitolines. — Polypiers. — Éponges. — Oursins. — Mollusques. — Poissons et Amphibies. — La flore terrestre de l'époque crétacée.

A l'époque jurassique succéda l'époque dite *Crétacée*. Elle doit ce nom à la craie du commerce dont le dépôt se fit alors, et qui est le produit le plus connu de cette période. La craie proprement dite ne se rencontre que dans peu de localités (ainsi en Allemagne, à l'île de Rügen, en Belgique, près de Mæstricht, en France, dans les environs de Marseille et près de Meudon); elle manque chez nous. Les masses rocheuses qui se sont formées dans notre pays pendant cette période, consistent principalement en un calcaire dur et compacte, et, par places aussi, en marne, en argile et en grès. En Suisse, tous les dépôts crétacés sont marins. Nous avons vu plus haut (p. 197) que, dans la Suisse occidentale, à la fin de la période jurassique, il s'était formé un dépôt d'eau douce de peu d'épaissenr, mais d'une grande étendue. Il dut se produire alors en Europe un soulèvement important, de telle sorte que les continents

acquirent de plus grandes proportions et que la répartition de la terre et des eaux fut largement modifiée.

Dans notre pays, le jura devait être déjà complétement sec pour que les eaux douces aient pu s'y réunir, et les animaux ainsi que les plantes s'y acclimater. Le long des Alpes seulement, il resta un bras de mer, et on y trouvera probablement avec le temps les traces d'un dépôt marin équivalent à cette formation d'eau douce. Après cette époque il y eut de nouveau un affaissement du sol, car les formations d'eau douce du jura sont recouvertes par une grande épaisseur de dépôts dus à la mer. Ce crétacé marin ne se voit cependant que dans le Jura occidental. Le Randen, le Lägern et tout le Jura nord-est, jusque dans les environs de Bienne, ne renferment pas trace de dépôts crétacés; il en est de même pour la France limitrophe et pour la Souabe; ce qui indique que la Forêt-Noire et le continent vosgien s'étaient accrus et réunis.

L'Europe centrale formait donc un vaste continent, et la mer crétacée suisse était resserrée dans un chenal assez étroit. Le territoire alpin s'accrut également (l'île pennino-carnolique), pendant que le long de ses côtes venait s'ajouter une bande de terrain, composée des montagnes jurassiques non-recouvertes par le crétacé et qui s'appuyèrent sur les formations cristallines.

La carte (fig. 98) nous montre la distribution de la terre ferme et des eaux à l'époque crétacée; si nous la comparons avec celle du jura (fig. 97, p. 200), nous constaterons aisément les changements introduits depuis cette époque dans la configuration de notre pays. Tandis que le nord de l'Allemagne subissait peu de modifications, ce continent s'agrandit beaucoup au sud et à l'ouest; la mer était resserrée et maintenue dans plusieurs bassins séparés.

La mer suisse s'avançait, il est vrai, par la vallée actuelle du Rhône jusqu'à la Méditerranée, mais elle se resserrait au sud-ouest de Genève pour ne plus former qu'un bras de mer étroit; d'autre part elle communiquait par la Bavière et l'Autriche avec la grande mer orientale qui s'étendait sur la Hongrie, la Dalmatie et l'Italie. Elle était séparée par



Fig. 98.



Europe centrale pendant l'époque crétacée.

un large continent de la mer qui couvrait l'Angleterre orientale et la plus grande partie du nord et de l'ouest de la France, et qui était en communication par le nord de l'Allemagne avec la mer orientale.

Pendant l'époque crétacée une grande partie de la Suisse formait donc un continent. La mer couvrait sans aucun doute les bas-fonds depuis le lac de Constance jusqu'au lac de Genève ; ses côtes nord passaient à peu près dans la direction de Schaffhouse, Aarau, Soleure, jusqu'à Bienne; de là elle s'étendait à l'ouest et franchissait les frontières suisses ; alors les nombreuses bandes de pays, maintenant isolées, et recouvertes de crétacé marin étaient contiguës et envahies par la mei qui s'étendait sur cette contrée.

Les côtes sud de la mer crétacée suisse peuvent être indiquées en gros par une ligne tirée du lac de Wallenstadt à Altdorf et au lac de Brienz, puis de là à Bex ; mais elle forme des festons nombreux et parfois profonds dans l'intérieur des Alpes actuelles; ainsi à l'est dans les Grisons, où le Calanda et en partie aussi la chaîne des Kalfeusen sont formés de roches crétacées. Du lac de Thoune jusqu'aux environs de

Bex, ces roches n'offrent que peu de développement (à la chaîne du Stockhorn, au Wildhorn, à l'Oldenhorn et à Bex). Elles ont probablement en réalité une grande importauce, mais elles sont recouvertes de formations plus récentes, et la craie n'apparaît pas.

Devant elles il y a une bande de terrain jurassique, formant alors probablement une île qui s'étendait depuis le lac de Thoune jusqu'à la partie supérieure du lac de Genève. Au milieu se trouve le Moléson, et cette île peut être désignée sous le nom d'île du Moléson.

Une seconde grande île est formée par une zone de roches jurassiques, qui ne sont pas recouvertes par la craie; elle va d'Uri par Glaris au lac de Wallenstadt et se réunit aux montagnes de sernifit. Ces deux îles longues et étroites s'étendaient le long des côtes du pays crétacé.

Dans les cantons de St-Gall, Appenzell, Glaris, Schwytz et Unterwald, c'est-à-dire toute la chaîne du Sentis, les pittoresques Kurfürsten, le Wiggis et les belles masses rocheuses qui entourent le lac d'Uri, et en général la partie méridionale du lac des Quatre-Cantons appartiennent à la formation crétacée dont ils forment la partie la plus importante en Suisse.

Il est très-étonnant que nous n'ayons aucun indice des plantes et des animaux qui peuplaient la terre ferme de la Suisse pendant cette époque. Sans doute il dût y avoir alors des lacs d'eau douce, et beaucoup d'organismes dûrent s'y déposer; mais, ou ces dépôts ont été entraînés, ou ils échappent à notre vue, parce qu'ils ont été recouverts.

Si nous étudions les formations marines, nous y voyons, comme à l'époque jurasssique, une masse énorme d'animaux. Au premier abord nous distinguons beaucoup de formes de l'époque précédente, ainsi: de nombreuses Ammonites, des Nautiles, des Belemnites et une masse de Bivalves, Univalves, Oursins et Coralliaires qui, en grande partie, appartiennent aux mêmes genres que ceux de l'époque jurassique; mais, en regardant plus attentivement nous reconnaîtrons que toutes les espèces

sont différentes de celles de l'époque précédente. Cependant beaucoup d'espèces crétacées sont si semblables aux jurassiques, qu'il est probable qu'elles proviennent de la même souche; d'autres, au contraire, présentent de nouvelles formes qui s'écartent tellement de celles des formations précédentes qu'elles fournissent non-seulement des genres spéciaux, tels que les Toxaster, Micraster, Pilula, Ananchites, Baculites, Turrilites, Ptychoceras, Hamulina, etc., mais même des familles nouvelles, comme les Rudistes. Il suit de là que depuis l'époque jurassique il s'est produit dans le fond des mers une transformation de toute la nature organique.

Nous abordons une période du monde primitif qui a duré fort longtemps, et durant laquelle la nature, qui n'est jamais stationnaire, travaillait à la formation de la croûte terrestre en même temps qu'elle créait de nouvelles formes organiques.

Afin de mieux étudier les modifications qui se sont produites pendant l'époque crétacée, on l'a divisée en plusieurs étages qui peuvent être établis de la manière indiquée dans le tableau, page 212.

Ces différents étages de notre craie se reconnaissent aussi bien à la nature de la roche que par les restes organiques qu'ils renferment. Il y a cependant une grande différence entre ceux des zones alpines et ceux des zones jurassiennes; ainsi donc les dépôts des deux rives qui entouraient notre mer crétacée présentaient à ce point de vue la même dissemblance qu'à l'époque jurassique. Afin de rendre plus claires ces différences, il est convenable d'examiner la composition de la craie alpine et de la jurassienne, d'étudier leur contenu organique et de se rendre ainsi compte de cette dissemblance.

Les roches crétacées de nos Alpes qui appartiennent au *Valangien* sont formées d'un calcaire oolithique dur, siliceux et de couleur sombre; ainsi au Sentis et au Glärnisch; tandis que celles du Jura sont composées d'une marne gris-bleuâtre et d'un calcaire qui renferme par places une pierre oolithique ferrugineuse. Ces roches se trouvent dans un calcaire compacte allant du jaune au brun et renfermant des morceaux de

	Étages	Craie des Alpes	Craie du Jura
Craie supérieure	9. Danien. 8. Senonien. 7. Turonien. 6. Cénomanien.	Seewerkalk. Fitznauerstock, Seewen, sommet des Mythen, Rautispitz, Obersee, Kurfürsten, chaine du Sentis.	6. Mouille-Mougnon, près de Ste-Croix, col de Cheville.
Craie moyenne	5. Gault (Albien Orb.).	Environs sud du lac de Genève. Unterwald. Calanda, Vettis, Leistkamm. Kurfursten jusqu'au Sentis.	Perte du Rhône, Sainte-Croix, lac de Saint-Point, Saint - Immerthal, col de Cheville, couche inférieure.
Craie inférieure	4. Aptien.	Du Pilate au Kurfürsten et au Sentis.	Perte du Rhône, Sainte-Croix, Reculet.
	3. Urgonien. Schrattenkalk, Calcaires à Rudistes.	Dent du Midi, environs de Bex, Rawyl-Abendberg, Hohgant, Schafmatt et Schrattenalp dans l'Entlibuch. Pilate, montagnes du lac d'Uri, Rauti, Wallenberg, Ammon, Kurfürsten, Wildkirchli, Meglisalp.	Perte du Rhône, La Sarraz, Orbe, Sainte-Croix, Val-Travers.
	2. Néocomien.	Chablais et Faucigny. Chaine des Voirons, Châtel St-Denis, pente sud du Stockhorn. Brienzergrath, Merlingen, environs du lac des Quatre-Cantons, partie supérieure du Glärnisch, Wiggis, Kurfürsten, Sentis.	Salève, Sainte-Croix, Neuchâtel.
	1. Valangien.	Au Glärnisch, pied du Pilate. Kurfürsten, Sentis.	Sainte-Croix, Val-Travers.

minerai de fer rarement plus gros qu'un grain de millet. Dans plusieurs localités, à Fourgs, Métabief, près de Sainte-Croix, et à Rochejean, on a cherché à exploiter ce fer, mais sans succès.

Le *Néocomien* des Alpes (Spatangenkalk) se compose d'une marne dure, d'un gris foncé ou noire; d'après Studer, c'est un amalgame de chaux, de sable calcaire et d'argile, tenant le milieu entre le grès et la

chaux. Tantôt le sable domine et nous donne un grès vert ou de couleur sombre, tantôt, au contraire, c'est la chaux, et alors nous avons un calcaire marneux, schisteux, bleu clair, qui se délite facilement, ou un calcaire noir et mélangé.

Le néocomien du Jura, dans sa partie inférieure, au contraire, consiste en une marne gris-bleu, mais jaune à la surface; elle se délite facilement à l'air; on l'emploie beaucoup comme engrais. Dans la partie supérieure, il est formé d'un calcaire compacte et fort souvent jaune. Les couches supérieures donnent une excellente pierre à bâtir qui se distingue par son grain fin et sa belle couleur jaune-clair. Neuchâtel est bâti avec ces matériaux et en a pris une physionomie particulière. C'est avec raison qu'on a donné à cette roche le nom de la ville de Neuchâtel, anciennement appelée Neocom. Les Romains s'en servaient déjà comme on s'en est assuré par les fouilles de l'antique Aventicum.

L'*Urgonien* est très-répandu dans les Alpes; il se distingue du précédent par sa couleur claire, et forme quelquefois des parois de rochers de plusieurs centaines de pieds, et par place de remarquables crevasses (Schrattenkalk), ainsi sur le Schafmatt, sur la Schrattenalp, dans l'Entlibuch, sur le Silber et derrière le Glärnisch. Ce calcaire est blanc et dur; il est parcouru par d'innombrables petites gouttières qui se réunissant ne laissent entre elles que des arêtes qui sont tranchantes comme un couteau. Cette disposition bizarre a fait donner à cette roche le nom de « *Schrattenkalk.* » Il est probable que ces gouttières ont pris naissance avec le cours des siècles. Les parties molles de la pierre, dissoutes peu à peu auront été entraînées, tandis que les parties dures sont restées et forment les arêtes. Par endroits, on voit de grosses coquilles de Mollusques en relief formant ainsi sur les parois gris-blanc des dessins d'une couleur plus foncée.

Dans le Jura, l'urgonien consiste généralement en une roche jaune qu'il est difficile de distinguer du néocomien; ailleurs, il est gris-clair, et on le confond facilement alors avec le jura supérieur. Il donne par endroits une bonne pierre à bâtir, et renferme dans plusieurs localités de

l'asphalte qui, depuis quelques années, est exploitée dans le Val Travers (entre Couvet et Travers). A la Perte-du-Rhône, dans un étage supérieur de la craie (le gault), on a également trouvé un gisement d'asphalte; celle de Seyssel, de Pyrimont et de Chavaroche au Fier (une lieue à l'ouest d'Annecy), se rencontre dans un calcaire urgouien blanc.

Dans les environs de Genève et en Savoie, les différences entre l'urgonien alpin et le jurassien disparaissent.

Après cet étage vient l'*Aptien*, que l'on remarque à la Perte-du-Rhône. C'est un calcaire marneux, jaune et une marne arénacée grise et jaune. Cet étage ne manque pas dans les Alpes, mais il se confond par sa couleur claire avec le calcaire précédent.

Le *Gault* est reconnaissable à sa couleur foncée et se voit de loin, tranchant par ses bandes sombres sur les teintes claires des roches qui l'environnent. C'est un calcaire ou un grès tantôt vert, tantôt noir, renfermant une quantité de grains verts qui lui ont fait donner le nom de *Grès vert.* Ces grains sont composés d'un silicate de fer oxydulé; c'est par leur oxydation même qu'ils donnent à la pierre cette couleur sombre. Le gault renferme, par places, de nombreux rognons qui contiennent probablement du phosphate de chaux (ainsi au Wallenberg, près du pont de Mollis et sur la Plattenalp). Ils sont identiques avec les morceaux de calcaire phosphaté que l'on rencontre en si grande quantité dans le comté de Surrey (Angleterre); ils sont largement exploités pour l'agriculture. Lyell pense qu'ils proviennent d'excréments de Poissons, parce qu'ils ont une complète analogie de composition avec les Coprolithes.

C'est dans la zone alpine de la Suisse orientale que le gault est le plus répandu, surtout au Sentis, au lac de Wallenstadt, à Pragel, près de Seewen, et jusqu'à Unterwald; il manque au contraire dans les Alpes bernoises et lucernoises; on le retrouve dans la vallée du Rhône; dans la Savoie limitrophe, il atteint de grandes proportions. A la Perte-du-Rhône, il prend l'apparence d'un grès vert-clair; il en est de même à

Sainte-Croix, dans le Jura, où il repose sur un calcaire marneux jaune-brun et où il est recouvert par une argile bleue.

Les parois de rochers qui, à l'est de Seewen, dominent le joli petit lac Lowerz, donnent une bonne idée du *Calcaire de Seewen* ou *Seewerkalk*. C'est un calcaire compacte et à cassures coquillères, d'un gris qui va du clair au foncé et à cassures coquillères. Les parcelles qui s'en détachent sont ondulées et ordinairement recouvertes par une pellicule de marne schisteuse d'un noir brillant. Il renferme par place des filons de pierre à fusil. Le seewerkalk manque dans le Jura, mais il est très-abondant dans les Alpes orientales. Il forme la pointe des Mythen, où il est rougeâtre; plus loin, il occupe la couche supérieure d'Oberseealp et de Rauti, et il s'étend sur le Neueckkamm, le Leistkamm, les Kurfürsten et les montagnes d'Appenzell, couronnant presque tous leurs sommets.

Nous voyons par cet exposé que la côte nord de notre mer crétacée diffère d'une manière sensible par ses gisements de la côte sud (les Alpes). Elles ont cependant ceci de commun qu'elles renferment des grains verts que nous avons déjà vus dans le néocomien, qui manquent complétement dans l'urgonien, mais qui réapparaissent en grande quantité avec le gault pour disparaître de nouveau dans le seewerkalk.

Le fait que l'on rencontre partout de ces grains dans le crétacé et surtout dans le gault anglais, doit provenir d'une cause générale qui a présidé à leur formation et à leur disparition. Pendant l'époque crétacée, il a dû se produire à deux reprises une riche formation de fer provenant de l'intérieur de la terre, et qui s'est répandue sur toute l'Europe sans que nous soyons pour le moment en état de donner une explication plausible de ce phénomène.

La différence de constitution des dépôts des deux côtes ne doit pas nous étonner. Les matériaux provenaient de la terre ferme. Les ruisseaux descendant des îles alpines ont surtout travaillé à produire les dépôts sud en apportant le sable des roches cristallisées pour la formation des grès; ceux des côtes jurassiennes amenaient du calcaire. Toutefois,

nous sommes hors d'état d'expliquer en détail les différences qui existent entre les divers étages crétacés. La couleur sombre du néocomien alpin provient probablement de la teinte foncée des calcaires inférieurs des hautes montagnes, lesquels ont dû plus ou moins concourir à la formation de ces différents dépôts; les sédiments plus récents sont d'une teinte plus claire et ressemblent à ceux du Jura. Le gault seul fait exception; il doit son caractère spécial aux causes énumérées plus haut. Les ruisseaux et les fleuves qui se jetèrent des côtes nord dans la mer crétacée venaient d'un pays qui renfermait surtout des dépôts jurassiques, mais qui cependant possédait au loin, dans l'intérieur, toutes les anciennes formations. Une grande bande granitique faisait de la Forêt-Noire et des Vosges un pays de montagnes où probablement les fleuves prenaient leur source; ce pays était entouré de gisements de plusieurs sortes, car il s'était formé pendant l'époque triasique et la jurassique; cette dernière eut une grande influence sur les gisements calcaires de la craie jurassienne et contribua à donner aux dépôts crétacés leur couleur claire.

Comme nous l'avons dit, les côtes sud et nord de notre mer crétacée diffèrent non-seulement par la nature de leurs masses constitutives, mais aussi par les espèces d'animaux marins qui y sont enfouis, quoiqu'en général le caractère des faunes soit presque le même et que beaucoup d'espèces semblables se rencontrent sur les deux côtes. Dans ces circonstances, l'étude de la distribution des Céphalopodes dans notre mer crétacée sera particulièrement instructive. Ce sont des animaux pélasgiens, qui par conséquent sont, moins que d'autres, fixés à une certaine localité. Ils nous révèleront en même temps la nature et l'étendue de la mer crétacée; le tableau suivant donne un résumé des espèces observées en Suisse*:

* Pour établir ce tableau, j'ai consulté les ouvrages suivants :

Fr.-J. Pictet. Mollusques fossiles qui se trouvent dans les grès verts des environs de Genève. — Genève, 1847.

F.-J. Pictet et E. Renevier. Description des fossiles du terrain aptien de la Perte-du-Rhône et des environs de Sainte-Croix. — Genève, 1854-1858.

GENRES	Nombre des espèces			Communes aux Alpes et au Jura	Communes avec la mer française du sud			Communes avec la mer gallo-britannique		
	SUISSE	JURA	ALPES		SUISSE	JURA	ALPES	SUISSE	JURA	ALPES
Belemnites . . .	16	8	16	8	13	8	13	5	2	5
Rhynchotheutis.	5	1	4	—	—	—	—	—	—	—
Ommastrephes .	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Nautilus	21	13	16	8	12	9	8	13	10	11
Ammonites. . .	131	80	112	61	104	60	97	44	34	36
Scaphites. . . .	6	4	5	3	3	2	3	3	2	2
Erioceras. . . .	2	2	1	1	1	1	1	—	—	—
Ancyloceras . .	39	4	35	? 1	23	? 1	23	3	1	3
Toxoceras . . .	3	1	2	—	—	—	—	—	—	—
Anisoceras . . .	6	6	2	2	4	4	2	3	3	1
Hamites	20	15	14	9	11	11	7	10	9	8
Hamulina . . .	3	—	3	—	2	—	2	—	—	—
Ptychoceras . .	6	1	6	1	4	1	4	—	—	—
Baculites. . . .	6	3	5	2	3	2	3	2	2	2
Helicoceras. . .	2	2	1	1	2	2	1	—	—	—
Turrilites. . . .	18	16	12	10	15	13	11	5	5	4
	285	156	235	106	193	114	175	88	68	72

F.-J. Pictet et P. de Loriol. Description des fossiles contenus dans le terrain néocomien des Voirons. — Genève, 1858.

F.-J. Pictet et G. Campiche. Description des fossiles du terrain crétacé de Sainte-Croix. 1858-1863.

W.-A. Ooster. Catalogue des Céphalopodes fossiles des Alpes suisses. Neue Denkschriften der naturforsch. Gesellschaft, XVII et XVIII, 1860, 1861.

P. de Loriol. Description des animaux invertébrés fossiles contenus dans l'étage néocomien moyen du mont Salève. Genève, 1861.

Ce catalogue a été enrichi par M. Karl Mayer de toutes les espèces de notre collection publique (Zurich) qu'il a déterminées et qu'a récoltées en grand nombre M. A. Escher de la Linth. Pour le moment, il n'est pas possible de donner une liste complète des autres classes d'animaux de notre crétacé, car elles n'ont pas été étudiées avec le même soin que les Céphalopodes.

Nous avons vu plus haut qu'à l'époque jurassique la faune de la mer alpine n'était riche que sur quelques points, tandis que les bas-fonds de la zone nord donnaient asile à une quantité considérable d'animaux. Il en était tout autrement dans la mer crétacée. Un coup d'œil sur le tableau qui précède nous montre que la zone alpine était aussi riche en formes zoologiques que celle du Jura septentrional; elle lui est même supérieure pour le nombre des espèces. Cela provient sans doute de ce que la côte jurassienne n'a été accessible aux recherches que sur un parcours restreint, de Bienne à Genève et à la Perte-du-Rhône; car plus à l'est elle est recouverte de formations plus récentes, tandis que la zone alpine peut être suivie depuis la vallée supérieure du Rhin jusqu'au canton de Vaud et en Savoie; elle offre par conséquent bien plus de localités à explorer*. Toujours est-il que notre mer crétacée présente sur ses côtes sud une faune aussi riche et aussi variée que sur ses côtes nord, et qu'à cette époque les conditions de colonisation des animaux étaient devenues uniformément favorables.

Le tableau qui précède, donnant un résumé des Céphalopodes de notre pays, nous montre que les $^{5}/_{12}$ des espèces sont communes aux deux côtes; il est par conséquent très-curieux de voir que les $^{2}/_{3}$ des espèces jurassiennes se retrouvent dans les Alpes. C'est à peine si la moitié des espèces

* On peut citer parmi les plus importantes: dans les Alpes appenzelloises, l'Oehrli, l'Altmann et le Sentis sur la pointe la plus élevée duquel on a découvert de grosses Ammonites; dans le canton de Saint-Gall, les Kurfürsten; dans le canton de Glaris, les Firenbänder et les Nebelkäppler du Glärnisch; dans le canton de Schwytz, l'alpe Käseren, le Forstberg, le Pfannenstöckli et la Wannenalp; dans le canton de Berne, la chaîne du Stockhorn, le Faulhorn, les environs de Merlingen, le Justithal et le Hohgant; dans le canton de Fribourg, Châtel-Saint-Denis; dans le canton de Vaud, Cheville et Anzeindaz. Dans le Jura, les deux localités principales sont Sainte-Croix et la Perte-du-Rhône. Il y a plusieurs gisements importants dans le canton de Neuchâtel, entre autres Hauterive, découvert depuis longtemps. En Savoie, on cite parmi les plus connus: Saxonet, les Voirons, Fix et Sixt. Ces derniers appartiennent à la partie de la mer crétacée qui commençait dans ces parages à former un golfe. Les montagnes qui appartiennent au bassin du lac de Genève sont comprises dans mon tableau; mais j'ai écarté celles de la Savoie et de la France méridionale et les ai indiquées à part.

ÉTAGES	Nombre des espèces			Communes aux Alpes et au Jura	Communes avec la mer française du sud			Communes avec la mer gallo-britannique		
	SUISSE	JURA	ALPES		SUISSE	JURA	ALPES	SUISSE	JURA	ALPES
Valangien . . .	17	13	14	10	11	9	12	3	2	3
Néocomien . . .	121	28	119	26	89	25	88	13	9	12
Aptien	27	12	23	8	25	11	22	12	8	10
Gault.	110	105	76	71	59	58	52	49	49	42
Craie supérieure	62	50	53	41	28	26	26	39	30	35

alpines se rencontre dans le crétacé jurassien; cela provient de ce que la faune du Jura était plus pauvre que celle des Alpes. On peut objecter à ces parallèles que, pendant l'époque crétacée, de grands changements ont dû survenir dans les faunes marines et que toutes les espèces mentionnées plus haut n'ont pas vécu en même temps; nous avons donc réuni dans le tableau qui précède les espèces d'après les différents étages crétacés, afin d'examiner comment il se répartissent. Ainsi donc, dans le premier étage, la mer crétacée des côtes jurassiennes sur 13 espèces en a 10 de communes avec les côtes alpines; dans le néocomien, 13 sur 14 ; dans l'aptien, 3 sur 4; dans le gault, environ 7 sur 10, et dans la craie supérieure 4 sur 5. Ces chiffres prouvent incontestablement soit d'une manière générale, soit pour chacun des étages de la craie, que la faune de la zone jurassienne a beaucoup de rapports avec l'alpine, et qu'elles se partagent la plus grande partie des espèces.

Malgré cette grande analogie des espèces dans les deux gisements, il y a une différence dans le développement des faunes; nous allons l'étudier en comparant entre eux les Céphalopodes du néocomien, du gault et du crétacé supérieur.

Dans l'étage néocomien, les Céphalopodes apparaissent en grande quantité dans la zone alpine; ils y sont représentés par quatre fois plus d'espèces que dans le Jura. Quoique presque toutes les espèces jurassien-

nes se retrouvent dans la zone alpine, celle-ci, vu sa grande richesse, en présente plusieurs qui lui sont particulières, et qui par conséquent la caractérisent. C'est surtout l'ordre des Ammonites à spires distantes qui donnent un cachet particulier à la faune alpine. Le genre Ancyloceras y apparaît avec 35 espèces qui manquent dans le Jura. Même parmi les vraies Ammonites, il y a beaucoup d'espèces qui sont spéciales aux côtes sud.

Les deux faunes jurassienne et alpine ont donc des caractères très-différents dans l'étage néocomien.

La première se dessine le long du Jura depuis le canton de Neuchâtel jusqu'au Salève, qui en fait partie ; la seconde occupe la chaîne des Alpes jusqu'en Savoie où les Voirons en forment la frontière est.

Dans la zone alpine, le long des côtes de la Suisse orientale jusqu'en Savoie, nous rencontrons 50 espèces d'Ammonites dont 20 sont communes à la faune jurassienne, et 30 appartiennent exclusivement à la côte sud. Les nombreuses espèces d'Ancyloceras qui caractérisent le crétacé alpin appartiennent presque exclusivement à la chaîne du Stockhorn et ne dépassent pas Châtel-Saint-Denis ; elles sont aussi rares dans le reste de la Suisse orientale (Kurfürsten et canton d'Appenzell) que dans le Jura.

Comme à l'époque jurassique, la faune de la Suisse orientale de la mer crétacée s'écarte d'une manière notable de celle de la Suisse occidentale. Sur 119 espèces du néocomien alpin, 58 n'ont pas été jusqu'à présent trouvées dans l'est, et 11 manquent à l'ouest de la Suisse, soit en tout 69 espèces qui n'ont pas été rencontrées sur les côtes sud.

La portion de la mer néocomienne qui s'étendait depuis le Stockhorn jusqu'au canton de Vaud et jusque dans les environs de Châtel-Saint-Denis était évidemment la plus favorable au développement des faunes et nous fournit par conséquent les espèces les plus nombreuses.

En consultant la carte (fig. 98), on voit que sur les côtes sud du pays crétacé alpin il y avait deux longues îles reliées peut-être entre elles par des bancs de sable et formant ainsi une large lagune intérieure. Dans le

canton de Berne, c'est sur l'emplacement même de cette lagune que se rencontrent les principaux gisements de pétrifications crétacées alpines. En protégeant cette lagune contre les vagues, les îles favorisaient ainsi la vie animale; nous comprenons dès lors pourquoi il y avait précisément en cet endroit une si grande abondance d'animaux, et pourquoi cette faune s'écarte tellement de celle de la côte nord ; cette différence n'est pas entièrement expliquée par la distance qui les sépare.

Il est probable que pendant la fin de la période jurassique toute la zone jurassienne était à sec; tandis que la mer alpine, plus profonde, était comme un foyer de la vie animale.

Lorsque le pays s'affaissa, que la mer envahit de nouveau les côtes jurassiennes et déposa le valangien et le néocomien, la nouvelle population de ces côtes jurassiennes vint probablement des côtes alpines. C'est ainsi que nous nous expliquons comment le néocomien des côtes jurassiennes ne renferme, à l'exception de deux espèces, que des Céphalopodes alpins. Il n'y eut cependant qu'une partie de ces espèces qui émigra vers l'ouest (côte jurassienne); les autres, telles que la plupart des espèces à coquille déroulée, restèrent dans leur patrie alpine sans que nous puissions nous expliquer clairement ce fait. On peut supposer que la nature du sol marin alpin facilita leur développement beaucoup mieux que les côtes nord-ouest. Ces espèces ne s'étendirent pas beaucoup à l'est; c'est pourquoi les fannes des Kurfürsten et d'Appenzell ont une grande analogie avec celle de Sainte-Croix.

Si on admet comme caractère saillant de la faune alpine la présence de nombreuses Ammonites déroulées, ce caractère se perd dans l'est de la Suisse, ainsi qne dans la zone jurassique, tandis qu'on peut le suivre vers le sud à travers la Savoie, la France méridionale et jusqn'en Italie.

Là où la mer crétacée était resserrée et ne formait plus qu'un bras de mer, on peut observer un mélange des deux faunes: ainsi la faune de notre zone jurassienne est accompagnée de la faune alpine ; dans une couche supérieure, nous retrouvons l'ancien caractère de la faune juras-

sienne. Lory* a observé ces faits dans les environs de Grenoble. Ceci nous prouve clairement que ces deux faunes ont appartenu à la même époque et que les différences qui s'y révèlent sont l'effet de circonstances locales.

Il est étonnant que le Salève ait une faune néocomienne jurassienne aussi tranchée, tandis que les Voirons, qui sont tout près, possèdent au contraire une faune à caractère alpin. La proximité de ces montagnes aurait pu cependant faire supposer un certain mélange de leurs faunes. Il a donc fallu que du côté est (nord-est) de ce golfe les conditions de vie fussent plus favorables à la faune alpine et du côté ouest (sud-ouest) à la faune jurassienne. Ce fait peut s'expliquer soit par une configuration différente des côtes, soit par des courants marins. Les bords ouest étaient probablement moins profonds que les bords est, hypothèse que confirme la grande abondance de Bryozoaires, de Zoophytes et de Mollusques que renferme le Salève, tandis que les Voirons sont caractérisés par des Céphalopodes. Peut-être aussi y a-t-il eu une petite différence d'âge entre les dépôts des deux montagnes (Salève et Voirons); mais ils appartiennent, à n'en pas douter, au même étage crétacé.

Si nous admettons que les gisements du Salève sont contemporains de ceux de Grenoble (époque néocomienne) dont la faune a une grande analogie avec celle de la zone jurassienne; si nous supposons en outre que ceux des Voirons se sont formés un peu plus tard, c'est-à-dire en même temps que les dépôts alpins de Grenoble qui renferment beaucoup d'Ammonites, nous aurons ainsi une solution du problème, qui nous permettrait de rejeter l'hypothèse de côtes si rapprochées possédant chacune en même temps des faunes si dissemblables.

* Lory, Esquisse d'une carte géologique du Dauphiné. Bull. de la Soc. géol. de de France, XV, 1857-1858, p. 32. Lory distingue 6 gisements néocomiens dans cette localité. Dans les n[os] 1, 4 et 5, les Céphalopodes dominent; ce savant leur reconnaît un facies alpin, en même temps qu'un facies jurassien aux gisements 2, 3 et 6 où les Mollusques et les Oursins dominent. Cependant, la plupart des Céphalopodes qu'il cite appartiennent aussi à la zone jurassienne, et, d'autre part, on rencontre plusieurs Mollusques et Oursins dans les Alpes.

Dans l'étage urgonien, les Céphalopodes ont presque complétement disparu de notre mer, et l'aptien n'en renferme qu'un nombre très-restreint, tandis que dans le gault nous en retrouvons une quantité presqu'aussi considérable que dans le néocomien. Ce dernier étage fournit par conséquent un excellent étalon pour la comparaisou des faunes de nos deux côtes crétacées. Les proportions avaient cependant été modifiées, puisque le gault du Jura possède à peu près quatre fois plus d'espèces que le néocomien; en revanche, les Alpes en possèdent moins, de telle sorte que le gault jurassien a plus d'espèces que l'alpin, ce qui renverse complétement les proportions que nous avons reconnues pour l'étage néocomien. Le Jura possède 71 espèces alpines, ce qui atteste la grande analogie de la faune des deux côtes. Il n'y a que 5 espèces spéciales aux Alpes; 34 ne se rencontrent que dans le Jura, qui se distingue ainsi par une grande richesse d'espèces. Il est remarquable que le genre Ancyloceras, qui avait joué uu si grand rôle dans le néocomieu alpin occidental, se soit perdu dans le gault alpin, et réapparaisse au contraire dans le gault de Sainte-Croix sous la forme de 3 espèces nouvelles. Le gault présente donc aussi des caractères différents dans les faunes alpine et jurassienne; seulement les rôles sont intervertis.

Dans la craie supérieure, les Céphalopodes des deux zones ont une grande analogie; le nombre des espèces est presque le même, et la plupart sont répandues sur les deux côtes marines.

Nous n'avons encore parlé de l'area de nos faunes qu'au point de vue des Céphalopodes et seulement dans notre mer crétacée suisse; mais il est intéressant d'étudier les rapports de notre faune avec celles des mers avoisinantes.

Si la distribution des continents et des eaux a été réellement telle que la donne la carte (fig. 98), notre faune doit avoir eu beaucoup plus de rapports avec celle de la mer française méridionale (Méditerranée) qu'avec celle de la mer gallo-britannique. C'est en effet le cas, et les faits confirment notre théorie d'une terre ferme séparant notre mer suisse du bassin de Paris.

Notre mer crétacée a environ deux tiers d'espèces en commun avec la Méditerranée, et à peine un tiers avec la mer qui baignait le nord de la France et l'est de l'Angleterre. On constate une proportion semblable pour les Ammonites. Les $^3/_4$ des espèces suisses se rencontrent jusque dans le sud de la France, tandis qu'un tiers seulement est commun à notre mer et à la mer gallo-britannique, et même la plupart se trouvent-elles au nord de l'Allemagne. On peut suivre leur area à travers ce pays jusqu'à la mer suisse. Ainsi l'Ammonites varicosus Sow., A. infatus Sow. (fig. 120), A. Bouchardianus Orb., A. Delaruei Orb., A. Rhotomagensis Br., A. mammillatus Sch. (fig. 119), A. Deluci Br., A. Raulinianus Orb., A. Renauxianus Orb., A. splendens Sow., A. Beudanti Br., A. Mayorianus Orb., A. bidichotomus Leym. et A. Carteroni Orb. se trouvent dans le bassin de Paris, en Angleterre, dans le nord de l'Allemagne et sur les deux côtes de la mer suisse. Ce sont des espèces très-répandues et qui ont vécu également dans les mers du sud de l'Europe. Un beaucoup plus grand nombre de nos espèces ne fréquentaient pas les mers précitées, et ne peuvent être suivies que jusqu'aux limites de la mer crétacée du sud de la France. Il est donc hors de doute que cette mer était en communication directe avec la nôtre.

La comparaison des deux faunes littorales de la Suisse avec celles des mers voisines nous donne le même résultat. Nos deux côtes ont à peu près les $^2/_3$ d'espèces communes avec le midi de la France. La zone alpine comparée avec la mer gallo-britannique donne $^1/_3$ d'espèces communes et la zone jurassienne la moitié. L'est de la zone alpine ne fait pas ici exception, puisque sur 79 espèces d'Ammonites de l'est suisse, 67 se retrouvent dans les formations crétacées de la France méridionale. Il est à remarquer que parmi les espèces communes à la Suisse et au bassin méditerranéen, 16 ont été aussi trouvées en Algérie (la plupart près de Constantine) et même 6 (A. Mayorianus, Tethys, pulchellus, Dydayanus, galeatus et Hugardianus) jusque sous les tropiques de l'Amérique.

La Suisse a 66 espèces en commun avec la mer allemande; ce petit nombre peut surprendre; mais il ne faut pas oublier que la plus grande

partie du bassin sud-allemand, continuation de notre mer orientale*, est recouverte de formations plus récentes; ce bassin n'est d'ailleurs pas aussi bien exploré que nos contrées. On a observé 8 de nos Ammonites dans le Caucase, ce qui prouve que leur area était très-étendue.

On peut se demander maintenant si les proportions que nous venons d'indiquer se sont maintenues pendant toute l'époque crétacée, ou si quelques modifications y ont été apportées? Le tableau de la page 219 répond à cette question. Il nous montre que la Suisse, en prenant, il est vrai, les les faunes des deux côtes, a eu en commun avec la France méridionale, dans temps primitifs de la formation crétacée, la plupart de nos espèces d'Ammonites; mais en revanche beaucoup moins avec la mer gallo-britannique; ainsi nous trouvons sur 28 espèces de notre zone néocomienne jurassienne, 25 espèces du midi et 9 seulement appartenant au nord de la France; ce qui nous prouve que, non-seulement la faune alpine, mais aussi la jurassienne se rapprochaient davantage de celle du bassin méditerranéen que celle de la mer du nord-ouest. Le même fait se reproduit dans la faune du gault quoiqu'à un degré moindre, puisqu'à cette époque la communauté d'espèces avec la mer nord-ouest devint plus considérable; dans la craie supérieure elle augmenta encore.

Nous connaissons presque autant d'espèces du crétacé supérieur alpin que du cénomanien du Jura; la moitié de celles-ci se retrouve au sud de la France; mais les bassins du centre et du nord de ce pays en fournissent un peu plus, ce qui détruit les proportions que nous avons constatées pour les anciens étages de la craie.

D'après d'Orbigny, on peut diviser la France néocomienne en deux grands bassins, chacun possédant une faune spéciale : le bassin parisien et le méditerranéen. Sur 87 espèces de la Méditerranée, 9 seulement se retrouvent dans le bassin de Paris, ce qui donne la même proportion

* Les dépôts crétacés du Vorarlberg et de la Bavière sont si semblables aux nôtres, qu'il ne peut être mis en doute qu'ils procèdent de la même mer. On peut lire sur ce sujet: C. W. Guembel, Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges. Gotha, 1861, p. 518 et suiv.

qu'entre la Suisse et la mer parisienne. Plus tard, pendant le gault, le nombre des espèces communes au nord et au midi de la France augmenta ; ainsi, des 52 espèces méditerranéennes on en retrouve 27 sur les rives parisiennes, localités qui sont devenues beaucoup plus riches en espèces. Pour expliquer ce fait, d'Orbigny a supposé qu'à la suite de grandes dénudations le continent qui séparait les denx bassins avait été rompu et qu'ainsi les communications furent ouvertes entre les deux mers.

Il est probable qu'une rupture semblable s'opéra dans le bassin de Bordeaux, ainsi qu'une autre dans la direction sud-est, à la suite desquelles la mer méditerranéenne et la Suisse acquirent plus d'espèces communes avec la mer nord-ouest. Les recherches du professeur Hébert donnent le même résultat relativement au bassin parisien ; elles font ressortir que, depuis l'époque néocomienne jusqu'à la craie supérieure, la mer qui baignait les côtes parisiennes s'était accrue et avait envahi le sud et l'est ; mais que, dans la suite, un relèvement graduel du pays en avait resserré les limites.

Nous avons étudié les modifications de la faune de notre mer crétacée en vue d'établir par ce moyen la configuration de notre pays dans ces temps reculés. Ces modifications étant d'une grande valeur pour l'histoire du développement de nos faunes, nous devons en dire encore quelques mots.

Nous avons vu que pendant l'époque crétacée, et dans une même localité, de profonds changements étaient survenus soit dans la forme des animaux, soit dans le mélange des espèces. Une des faunes les plus instructives à cet égard est celle de Sainte-Croix, dans le canton de Vaud ; elle a été recueillie avec soin par M. le docteur Campiche, et étudiée avec un rare mérite par M. le professeur Pictet. Là gisent, dans un espace restreint, tous les étages du crétacé, depuis le valangien jusqu'au cénomanien ; et l'inspection des animaux de cette localité révèle à l'œil exercé les modifications survenues pendant cette longue période dans le sein de la mer crétacée. On peut y

reconnaître 13 étages se succédant les uns aux autres. Nous avons donc là, dans leur ordre de création, 13 pages du grand livre de la nature qui composent le chapitre de la craie. Dans chacun de ces étages se rencontrent de nombreuses pétrifications, documents précieux qui sont comme le résumé de l'histoire zoologique de ces localités. Jusqu'à présent, il est vrai, les Vertébrés et les Céphalopodes ont seuls été soigneusement étudiés ; aussi les considérations que nous allons présenter ne se basent-elles que sur ces deux classes. Faisons remarquer dès l'abord qu'aucune espèce n'a persisté à travers tous les étages. D'après M. Pictet, il y eut six renouvellements complets des espèces; elles eurent donc aussi une durée limitée pendant l'époque crétacée; de nouvelles espèces surgirent et disparurent pour faire place à d'autres. Quelques-unes traversent à la vérité deux et même trois étages ; dans ce cas, elles sont rares dans le premier (comme avant-garde); elles sont très-nombreuses dans le second et disparaissent ensuite petit à petit ou brusquement. D'autres, complétement nouvelles, sont cependant si voisines de celles des étages précédents qu'elles proviennent probablement de la même souche et peuvent être considérées comme homologues. Quelques espèces du valangien ressemblent beaucoup à celles du jura blanc, ainsi : l'Ammonites neocomiensis, l'A. Desori et l'A. Marcousanus sont très-voisines des A. mutabilis, A. Eudoxus et A. orthoceras Orb. du kimméridien. Il n'y a cependant pas d'espèces identiques ; ainsi les plus anciens représentants de la faune crétacée diffèrent dans tous leurs membres de ceux de la faune jurassique la plus récente. Dans le valangien déjà on rencontre des formes nouvelles et spéciales qui dès lors joueront un grand rôle.

Parmi ces espèces nouvelles, citons en particulier les Nautiles à côtes qui sont représentés pour la première fois dans le valangien par le Nautilus pseudoelegans et se retrouvent dans tous les étages crétacés sous de nombreuses formes.

La faune devient beaucoup plus riche dans le néocomien ; d'après M. Pictet, elle se signale à Sainte-Croix par un mélange très-constant d'es-

pèces. Pour ne citer que les plus communes, on rencontre côte à côte les Belemnites bipartitus, pistilliformis, latus, binervius, Nautilus neocomiensis, Ammonites radiatus, Leopoldinus, castellanensis, subfimbriatus, bidichotomus, Carteroni, Asterianus et l'Ancyloceras Duvallii. Cette réunion se rencontre aussi dans d'autres localités du Jura, par exemple au Salève dans le néocomien, tandis qu'ailleurs les espèces se trouvent groupées différemment; ainsi près du Locle, l'Ammonites Asterianus, Arnoldi et Carteroni sont réunies, et l'A. radiatus, Leopoldinus et castellanensis gisent dans une couche supérieure. Il est évident qu'à la même époque les espèces n'étaient pas également réparties dans toute la mer crétacée, en sorte que chaque baie pouvait avoir sa spécialité pour la réunion de telles ou telles espèces *.

Tandis que dans le néocomien de Sainte-Croix on signale 20 espèces de Céphalopodes (dont 12 Ammonites), la couche suivante (l'urgonien) n'en fournit que quelques traces et aucune Ammonite **. Ce fait est d'autant plus remarquable qu'il peut être constaté dans toutes les localités de notre mer crétacée. Les Céphalopodes manquaient aussi en France dans le bassin de la Méditerranée ainsi que dans la mer gallo-britannique; on ignore d'ailleurs ce qu'est devenue cette famille si riche en espèces. Il ne faudrait pas croire cependant qu'elle se soit éteinte

* Cette association est certainement d'une grande importance; on lui accorderait cependant une trop grande valeur en voulant établir sur elle seule la contemporanéité des formations. Elle a dépendu surtout de circonstances locales. Il se peut que dans une baie marine on trouve une certaine réunion d'espèces, et que tout à côté une seconde baie formée peut-être par un bas-fond, ou dans laquelle se jetait un petit ruisseau, présente une réunion d'animaux toute différente. Si nous rencontrions pétrifiées les faunes de ces deux localités, nous nous tromperions en nous fondant pour les attribuer à des époques différentes sur ce que les espèces d'une baie ne sont pas semblables à celles d'une autre.

** C'est aussi le cas pour l'urgonien du Landeron (canton de Neuchâtel) qui ressemble beaucoup au néocomien et peut être regardé comme la transition à ce dernier. M. P. de Loriol a décrit 89 espèces de cette localité; 40 appartiennent aux Mollusques, 15 aux Échinodermes et 30 aux Éponges, qui y sont particulièrement abondantes. Voy. P. de Loriol et Gillieron, Monographie de l'étage urgonien inférieur du Landeron. Nouv. Mémoires de la Soc. helv. des Sc. nat., XXIII, 1869.

tout à coup avec le néocomien, et que pendant la formation urgonienne il n'y en eût plus trace sur la terre; en effet, nous la retrouvons dans les gisements aptiens avec d'autres espèces, mais qui, d'après M. Pictet (du moins pour Sainte-Croix), s'écartent beaucoup de celles du néocomien avec lesquelles aucune n'est homologue. Du reste, les Céphalopodes seuls font défaut dans cet étage; car les Bivalves, les Univalves, les Oursins, les Poissons ne manquent ni dans les Alpes, ni dans le Jura. Il ne se produisit par conséquent, à cette époque, aucune circonstance contraire à la vie animale qui puisse justifier cette disparition*.

Dans l'aptien, les Céphalopodes ne sont pas abondants; ils revêtent cependant des formes variées. Ce sont des Ammonites, des Nautiles et des Belemnites qui, pour la plupart, s'arrêtent à cet étage, et dont quelques espèces seulement persistent dans le gault. Ce dernier étage est riche en fossiles et se divise à Sainte-Croix en trois sous-étages: l'inférieur, le moyen et le gault supérieur. L'inférieur et le moyen ont plus d'espèces en commun que le moyen et le supérieur; ce dernier est très-remarquable par la richesse extraordinaire des formes qu'il renferme. Sur 40 espèces de Céphalopodes, la plupart s'y rencontrent; les genres Anisoceras et Scaphites y apparaissent pour la première fois; mais les espèces des genres Hamites, Ptychoceras et Baculites du gault moyen sont modifiées en partie dans le supérieur. Sur 18 espèces d'Ammonites, deux se trouvent déjà dans le gault moyen : A. latidorsatus et A. Raulinianus; tandis que la plupart des Belemnites et des Nautiles sont répandus dans les trois sous-étages. Nous voyons par là qu'à Sainte-Croix, durant le Gault, plusieurs espèces sont survenues, d'autres se sont éteintes ou modifiées pour laisser leur place aux suivantes; il y eut ainsi un renouvellement continu des formes.

* Il est remarquable que les Céphalopodes manquent justement dans les gisements où l'on ne rencontre pas de grains cloritiques. L'eau de la mer dut donc avoir d'autres propriétés pendant le néocomien et le gault que pendant la formation du schrattenkalk. Dans le seewerkalk où les grains verts manquent également, les Ammonites sont rares. On pourrait peut-être expliquer cè fait remarquable par une composition spéciale de l'eau de mer.

Le cénomanien clôt, à Sainte-Croix, la série des formations crétacées. Il renferme des espèces toutes différentes de celles du gault et même du gault supérieur. Le nombre des espèces y devient très-restreint, et c'est dans cet étage que disparaissent progressivement et totalement les Ammonites et les Belemnites; on ne les retrouve plus dans les étages supérieurs de la craie; ils ont disparu pour toujours de la scène de la vie.

A Sainte-Croix, ainsi que dans tout le Jura, ce sous-étage constitue l'étage supérieur du terrain crétacé. Dans le nord de la France, au contraire, il y a encore 3 étages supérieurs : le *Turonien* (*Hippuritenkalk*), le *Sénonien* (ou *Craie blanche*) et le *Danien*. On ne sait pas encore au juste si le seewerkalk se rapporte à un ou plusieurs de ces étages. Il est probable que, pendant les derniers temps de l'époque crétacée, un bras de mer aura occupé ces parages et y aura laissé ces dépôts; on arrivera probablement avec le temps à résoudre cette question.

Cette rapide inspection du développement de la faune, telle que nous l'ont conservée les gisements de Sainte-Croix, nous apprend que chaque étage possède non-seulement un mélange spécial d'espèces, mais une collection de formes qui lui est propre. Chaque étage renferme une faune particulière qui a, il est vrai, des points de ressemblance avec celles des étages voisins, mais sans se fondre insensiblement avec elles. Si nous comparons l'ordre de succession des espèces de Sainte-Croix avec celui d'autres localités de notre mer crétacée, nous distinguerons bien en général un développement analogue; cependant, le mélange des espèces l'a modifié dans plus d'une localité et le passage d'un étage à l'autre est plus sensible.

C'est ainsi qu'à la Perte-du-Rhône l'aptien et le gault ont plus d'espèces en commun qu'à Sainte-Croix. Dans ce dernier endroit, la faune du gault supérieur est différente, pour toutes les espèces, de celle du cénomanien; tandis qu'on remarque au Col de Cheville, au pied des Diablerets, dans le canton de Vaud, un étonnant mélange des espèces de

ces deux étages*. Sur l'alpe d'Altenmann à Alvier, le professeur A. Escher de la Linth a trouvé dans le néocomien une espèce d'Oursin qu'il est difficile de distinguer du Galerites castanea du gault; de plus, le Collyrites ovulum Des. de la même localité ressemble beaucoup au C. Moussoni de cet étage.

Nous voyons par ce qui précède que les différents étages de la craie ont beaucoup de rapport les uns avec les autres par leurs produits organiques; c'est le cas surtout lorsque l'area soumise à nos recherches est plus étendue, parce qu'alors les différences locales disparaissent. Les espèces durent apparaître dans des localités déterminées qui furent leur berceau et d'où elles se répandirent. Les courants marins allant dans la direction de certaines localités propres à la colonisation et à la reproduction de la vie animale, le fait que ces localités n'étaient pas encore ou étaient plus ou moins peuplées, sont autant de causes qui ont pu influer d'une manière favorable ou défavorable sur l'acclimatation des espèces. Plus une espèce est vivace, plus elle est propre à subir les différentes modifications extérieures. Plus elle possède de facilité de reproduction et plus la durée de l'époque pendant laquelle elle vivra sera considérable, plus aussi les limites de son area seront reculées. Comme il est probable que toutes les espèces n'ont pas eu le même point de départ, que leur faculté de se plier à des modifications extérieures fréquentes, que leur durée d'existence et leurs forces de reproduction ont dû être très-variées, il en résulte nécessairement qu'à la même époque et dans le même endroit le mélange des espèces et leur physionomie ont dû être très-différents dans les diverses parties du même bassin.

Grâce à la faculté qu'a l'homme de franchir les étroites limites où sa vie est enfermée, notre esprit peut embrasser cette longue pé-

* Le prof. Renevier distingue 3 étages crétacés aux environs de Cheville; il classe le plus ancien dans le gault inférieur, le moyen dans le gault supérieur (cénomanien inférieur, vraconien) et le supérieur dans le rotomagien. Voy. Notices géologiques et paléontologiques sur les Alpes vaudoises. Bullet. de la Soc. vaud. des sc. nat., t. IX, p. 105 et 389.

riode crétacée qui, pour se dérouler, a peut-être exigé un million d'années.

Si nous nous arrêtons par la pensée à l'époque néocomienne et que nous parcourions les côtes de notre mer, nous verrons dans plusieurs endroits de grandes masses d'animaux que l'Océan a jetés sur le rivage. Maintes espèces se présenteront à notre regard ; nous rencontrerons partout les formes étranges des Belemnites, dont la queue se termine en forme de fuseau : Belemnites pistilliformis et latus, de beaux Nautiles, N. pseudoelegans et neocomiensis (fig. 118), des Ammonites : A. radiatus, subfimbriatus, Carteroni, Asterianus et neocomiensis, et de grandes Huîtres à valves plissées : Ostrea macroptera (fig. 132) et Couloni. A ces espèces en général très-répandues s'associent dans chaque lieu quelques formes spéciales. Dans les calcaires du Sentis et des Kurfürsten, nous observons plusieurs Ammonites : A. pulchellus, Calypso et Mattheroni ; dans le golfe de l'île du Moléson, nous voyons tout une armée d'Ancyloceras, d'Hamulines avec de jolies coquilles élégamment enroulées, d'Ammonitides, les unes à coquille droite : Baculites Renevieri et Meyrati ; les autres à coquilles étrangement contournées : Ptychoceras Meyrati, Morloti, etc., vivant côte à côte. Si nous visitons la côte ouest, nous verrons presque partout apparaître les mêmes espèces de Céphalopodes, mais nous trouverons aussi des Squales et des Plesiosaures.

Si notre esprit nous transporte à une époque postérieure, celle de l'urgonien séparée de la précédente peut-être de cent mille ans, et parcourt les mêmes localités, nous serons étonnés de ne plus rencontrer les Céphalopodes qui, pendant l'époque néocomienne, formaient un des joyaux de la faune en égayant les bords de la mer par leurs brillantes coquilles nacrées ; ces demeures admirablement distribuées en compartiments et de formes si diverses, tout cela a disparu, sauf quelques rares débris. Cependant nous trouvons ici et là le long des rives quelques bancs de Coraux ; nous rencontrons des Requienia : R. Ammonia Orb. (fig. 133) et Lonsdalii Orb., des Orbitolines, une très-grande Pterocera : P. pelagi

Br., plusieurs Nérinées et un Oursin : Toxaster oblongus; comme pendant l'époque néocomienne, ces animaux étaient partout accompagnés d'espèces spéciales.

Si cent mille ans plus tard, pendant le gault, nous visitons les mêmes côtes, nous les voyons couvertes de nombreux Oursins, de Bivalves, d'Univalves; les Céphalopodes ont changé de livrée et ne sont plus les mêmes que pendant le néocomien; nous aurons lieu de nous étonner de voir non-seulement de nouvelles espèces, mais en partie aussi de nouveaux genres, ainsi les Turrulites et les Helioceras. Les mêmes proportions subsistent encore cependant quant au caractère général du mélange des espèces.

Le monde animal est plus riche en espèces que pendant les époques précédentes, et elles sont plus répandues. Le caractère de la vie animale se modifia de nouveau pendant le seewerkalk. Dans nos Alpes orientales, où l'on rencontrait autrefois de grands animaux marins, des Bivalves, des Univalves, etc., cette richesse a disparu; nous voyons bien encore quelques Ammonites, ainsi l'A. peramplus et dispar, des Turrilites, quelques Inoceramus : I. Cuvieri et Crispii, des Oursins : Ananchytes ovata (fig. 117) et le Microgaster cor anguinum, mais le nombre d'espèces est devenu très-restreint. Cependant si nous fouillons dans la vase que la mer a rejetée sur le rivage, nous y trouverons, en nous armant du microscope, des myriades d'êtres infiniment petits qui nous montrent que même à cette époque le fond des mers recelait un grand nombre d'êtres organisés. Dans la partie ouest des Alpes, au Col de Cheville et à Sainte-Croix, les Mollusques se présentent avec une grande abondance d'espèces, quoique là aussi la faune soit très-uniforme. Plus tard, la mer abandonna les côtes jurassiennes, mais occupa longtemps encore la zone alpine.

Ainsi la faune marine de notre pays a conservé le cachet de chacun des étages de l'époque crétacée. Si pendant cette époque nous avions visité cent fois, à des intervalles de dix mille années, les rives de notre mer, nous aurions peut-être pu suivre les modifications successives

de la faune qu'elle renfermait, et nous aurions eu la démonstration que toutes ces faunes avaient entre elles une foule de rapports intimes et variés; nous aurions pu de la sorte contempler vivants et animés les êtres innombrables qu'on a retrouvés, enfouis depuis tant de siècles.

Nous avons récapitulé les faunes de notre mer crétacée; entrons maintenant dans quelques détails sur les principaux types de plantes et d'animaux de cette époque afin de compléter le tableau de la vie organique de ces âges reculés.

Nous savons fort peu de chose sur le monde végétal de la mer crétacée, et nous ne connaissons guère qu'une douzaine d'espèces trouvées dans le néocomien; les plus communes sont deux Algues qui dessinent sur la pierre des rubans tantôt noirs, tantôt de couleur claire. Une de ces espèces, le Chondrites serpentinus Hr. (fig. 99) forme çà et là des

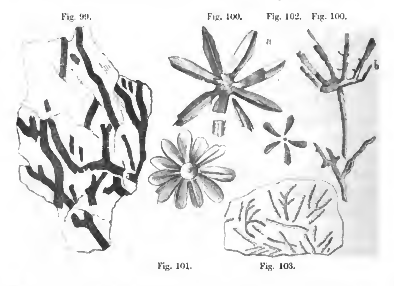


Fig. 99. **Chondrites serpentinus** Hr. de Châtillon de Taverne. — Fig. 100 a. **Gyrophyllites Oosteri** Hr., St.-Denis. — Fig. 100 b. **Discophorites angustifolius**, St.-Denis. — Fig. 101. **Gyrophyllites obtusifolius** Hr., St.-Denis. — Fig. 102. **Gyrophyllites pentamerus** Hr., St.-Denis. — Fig. 103. **Nulliporites granulosus** Hr. de Marwies au Sentis avec l'Ostrea Couloni.

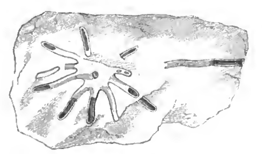
lacets étroits et peu ramifiés dont les rameaux longs et à bords parallèles, sont arrondis à l'extrémité.

J'en ai vu provenant de Châtillon, de Taverne (Vaud), de Justithal et des Riprächter-Mähren (Oberland bernois). La seconde espèce, qui lui est parente, Ch. Meyrati F. O. sp., est plus grande et a des rameaux plus délicats, mais plus larges; les rameaux extérieurs sont courts et vont en s'élargissant; cette espèce est commune dans le néocomien de Justithal, de Merlingen et de Meruet au-dessous d'Argentine (Vaud). Je l'ai reçue aussi du nord de l'Italie (de S. Florian au-dessus de Sennavalle); elle était donc très-répandue à cette époque. Les Nulliporites sont représentés par une espèce : N. granulosus Hr. (fig. 103), qui a des rameaux très-déliés, cylindriques et comme granuleux. On en a trouvé de nombreux échantillons sur des feuillets de roche de Marwies au Sentis; ils forment comme des amas de morceaux brisés. Une seconde espèce, N. fusiformis F. O. sp. de Ringgenberg, près du lac de Thoune, est plus grande et a de forts rameaux fusiformes. Une plante que l'on a décrite sous le nom de Cylindrites arteriæformis Gp. se rencontre à Leyssingen, aux environs du lac de Thoune; elle forme sur les pierres plates de cette localité des bourrelets de la largeur du petit doigt, entrelacés et présentant l'apparence d'un réseau; ils ont beaucoup d'analogie avec des bourrelets semblables du lias et du jura blanc, dont ils semblent être parents (Voy. p. 118 et 175).

Tandis que ces végétaux appartiennent tous sans aucun doute aux Algues, il en est une catégorie dont on a trouvé dernièrement plusieurs espèces dans le néocomien et dont la place dans le système est encore douteuse. Les feuilles, au nombre de 5 à 11, disposées en verticilles, rappellent les Annulaires de l'époque houillère; mais la tige est plus grosse et toutes les feuilles, de la même grandeur, sont séparées à leur base et ont une structure délicate; elles sont parcourues dans leur milieu par une nervure large, plate et le plus souvent effacée; tous ces caractères l'éloignent des Annulaires. Ajoutons que dans les endroits où on les rencontre, par exemple, à Châtel-Saint-Denis, canton de Fribourg, il

n'y a que des animaux marins; par conséquent, ces végétaux ont probablement vécu dans la mer; ce qui nous conduit à penser qu'ils appartiennent aux Algues, chez lesquelles on remarque la même distribution verticillée des feuilles et des rameaux (ainsi chez les Chara). J'en connais trois espèces dont une, le Gyrophyllites obtusifolius Hr. (fig. 101), a un verticille de 11 feuilles ovalaires et arrondies à leur extrémité; la seconde, G. Oosteri Hr. (fig. 101 a), a 8 feuilles lancéolées et pointues; chez la troisième*, G. pentamerus Hr. (fig. 102), le verticille n'a que 5 feuilles très-étroites à la base et arrondies à l'extrémité; à ce groupe appartient aussi probablement la Discophorites angustifolius (fig. 103 B), chez laquelle les feuilles sont étroites, de forme linéaire et insérées à la base d'un coussinet aplati qui donne à ces plantes un caractère très-spécial.


FIG. 103 B.



Discophorites angustifolius Heer.

Les Diatomacées ont joué un rôle important à l'époque crétacée, mais on ne peut pas dire avec certitude qu'on les ait trouvées dans nos rochers; seulement il est très-probable qu'on les y découvrira. Ce sont des plantes microscopiques, composées d'une seule cellule et recouvertes d'une carapace siliceuse. Pendant leur vie, elles renferment une masse gé-

* Les trois dernières espèces sont en la possession de M. Ooster, à Berne, qui a eu l'obligeance de m'en envoyer des croquis. Nous avons reçu dernièrement de nombreux échantillons bien conservés du Discophorites angustifolius provenant de Saint-Denis et trouvés dans une couche inférieure à celle des Poissons.

latineuse tantôt brune, tantôt d'un jaune d'or et qui prend souvent après leur mort une couleur verte. Elles vivent ordinairement en grandes colonies liées ensemble par une masse glutineuse. La forme de ces toutes petites plantes et la construction de leurs caparaces striées ou cannelées offrent la plus grande variété; on en a distingué un millier d'espèces. Cette richesse de formes se manifeste dans une simple cellule invisible à l'œil nu qui nous rappelle que la nature a paré merveilleusement les plus petits êtres, et a su les revêtir des formes les plus variées. Le mode de reproduction des Diatomacées nous offre également un exemple des moyens bien simples qu'emploie la nature pour arriver à des résultats grandioses. La multiplication des individus s'opère par division, c'est-à-dire que la plante unicellulaire est divisée par une cloison qui se produit dans son milieu. En une heure cette opération est accomplie, et, d'après Ehrenberg, après une heure de repos, chacune des cellules qui viennent de se former est à même de se diviser de nouveau. Si cette multiplication se poursuivait seulement pendant peu de jours, pour chaque plante nouvellement créée, on obtiendrait ainsi une masse prodigieuse d'individus. Ehrenberg a calculé que dans l'espace de 4 jours une seule Diatomacée pourrait en produire 140 billions si les circonstances étaient également favorables pour chaque nouveau-né, ce qui probablement ne sera jamais le cas. C'est une preuve du fait général que plus les plantes et les animaux sont petits, plus leurs forces reproductives sont grandes. Ainsi donc l'insignifiance de chaque individu trouve une compensation dans la multiplicité. La carapace de ces petites plantes ne souffrant ni de la chaleur ni de la putréfaction, demeure intacte pendant des milliers et des centaines de milliers d'années; voilà pourquoi le revêtement siliceux de ces pygmées du règne végétal s'est conservé depuis les âges les plus reculés de la terre. On connaît des Diatomacées des terrains de transition et des houillères; mais nulle part elles ne sont aussi nombreuses que dans la craie. Ehrenberg a démontré que les pierres à feu de la craie, ainsi que le tripoli, proviennent des enveloppes siliceuses des Diatomacées.

Dans un pouce cube de tripoli de Bilin, il y a environ 41,000 millions de carapaces siliceuses et 70 billions, plus ou moins, dans un pied cube. D'après la prodigieuse fécondité de ces plantes, une seule Diatomacée pourrait en quatre jours produire deux pieds cubes d'une roche semblable. On comprend d'après cela comment il se fait que petit à petit elles forment des bancs de sable, encombrent les canaux et le lit des fleuves et remplissent de boue les ports et les baies. D'après le même savant, les boues des ports de Wismar et de Pillau sur la Baltique consistent pour le $^1/_4$ ou la $^1/_2$ de leur volume en restes organiques et principalement en enveloppes siliceuses de Diatomacées; la vase du Nil en est tellement remplie qu'on trouve quelques carapaces siliceuses dans chaque parcelle, du volume d'une tête d'épingle, de la terre des champs le long de ce fleuve. Ces petits organismes ont donc pu construire des roches entières dans un temps relativement court, et contribuer ainsi d'une manière active à la formation de notre croûte terrestre.

Les Rhizopodes, animaux également fort petits, ont eu une importance tout aussi grande. Les uns, comme les Radiolaires ou Polycystieus, sont pourvus d'une carapace siliceuse ou squelette; les autres, comme les Polythalamieus ou Foraminifères, ont au contraire, une coquille calcaire. Les premiers vivent en légions considérables près de la surface des eaux, où ils forment des masses gélatineuses qui, soumises au microscope, présentent une étonnante richesse de formes en même temps que d'admirables détails dans la construction des coquilles; on en retrouve de nombreuses espèces à l'état fossile; par places, elles contribuent à la formation des roches.

Les Polythalamiens se distinguent fort bien des Diatomacées et des Radiolaires par leur tunique calcaire et surtout par la construction spéciale de cette tunique. Ils ont souvent l'apparence d'Ammonites lilliputiennes, d'autant plus que leurs coquilles enroulées en forme d'Escargots sont fréquemment pourvues de cloisons intérieures; mais cette coquille est criblée de nombreux petits pores (de là leur nom de Foraminifères). L'animacule possède une organisation très-simple. Il a un corps mou,

glaireux, qui sort des pores en filaments. Comme tous les animaux de cette classe se meuvent au moyen de ces appendices en forme de doigts ou de racines qu'ils forment à volonté de leur masse, on leur a donné le nom de Rhizopodes. Plusieurs habitent les eaux douces; mais tous ceux qui ont plusieurs cloisons appartiennent à la mer. Ils habitent le fond des eaux, rampant sur les plantes et sur les rochers, ou s'enfouissent dans la vase et peuvent vivre à de très-graudes profondeurs ainsi que nous l'avons déjà dit (p. 137). Ils visitent encore volontiers les côtes et les bas-fonds; mais beaucoup d'espèces n'apparaissent que dans la zone iuférieure, et de tous les animaux les Rhizopodes sont ceux qui descendent le plus bas. Lorsque nous rencontrons une roche renfermant exclusivement des Polythalamiens, nous sommes fondés à dire qu'elle a été formée dans les grandes profondeurs de la mer.

Les Polythalamiens, comme en général les Rhizopodes ne se reproduisent point par scissiparité, mais par des œufs; ils doivent avoir une puissance de reproduction analogue à celle des Diatomacées; en effet, ils se rencontrent en armées innombrables, et participent dans la même proportion que ces dernières à la formation de la vase et des roches marines; de même que les Diatomacées ont contribué à la formation de roches siliceuses, les Polythalamiens ont produit au moyen de leurs coquilles des roches entières de calcaire.

Chaque morceau des pyramides de Kysch et des catacombes de Thèbes en Égypte représente des milliards de jolies petites coquilles assemblées. Le calcaire grossier dont est bâti Paris est en grande partie le produit de semblables petites bêtes (Miliola). Les roches crétacées blanches qu'on rencontre sur les côtes d'Angleterre sont le résultat de l'agglomération d'innombrables billions de coquilles de Polythalamiens, et la craie du commerce laisse voir, sous le microscope, une multitude de petits coquillages.

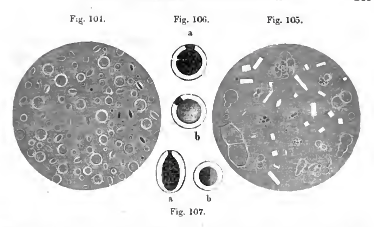
Les montagnes calcaires crétacées de notre pays sont le produit d'un monde animal admirable, ainsi que l'a démontré dernièrement M. le professeur Kaufmann, de Lucerne; ce savant a eu l'obligeance de me

communiquer le résultat de ses recherches que je reproduirai plus bas mot pour mot. Puisque ces petits animaux ont participé à la formation du calcaire de nos Alpes, ils réclament un examen détaillé. M. Kaufmann les a étudiés dans l'urgonien, le gault et le seewerkalk; c'est dans cette dernière roche qu'il les a trouvés le mieux conservés, et c'est par elle que nous commencerons.

A. POLYTHALAMIENS DU SEEWERKALK

Si l'on regarde soit à l'œil nu, soit à la loupe les roches du calcaire dur et homogène de Seewen, on n'y découvre rien qui soit digne d'attention; si même on se sert du microscope pour observer la surface d'une pierre polie et enduite d'huile, on aperçoit seulement çà et là quelques lignes fines et sombres qui attestent, il est vrai, la présence de parois de Polythalamiens; mais comme ces lignes sont très-faiblement dessinées sur le fond gris, elles échappent facilement à la vue. Il faut une préparation spéciale pour les faire ressortir en nombre suffisant, et d'une manière qui permette de les bien distinguer. On chauffe au chalumeau un fragment de roche poli; aussitôt que la pierre est rouge, on la retire et on la laisse refroidir. Si elle reste trop longtemps à l'action de la chaleur, elle se calcine et les organismes sont détruits. On enduit la surface polie avec de l'huile et on l'observe au microscope au moyen de la lumière directe du soleil. Les fines parois des carapaces apparaissent alors blanches sur un fond gris ou noir ainsi que le représentent les figures 104 et 105.

La figure 104 reproduit les résultats ordinaires qu'on obtient, c'est-à-dire une foule de corpuscules en forme d'anneaux ou ellipses entremêlés souvent de grandes formes pareilles à celle de la figure 105. On peut déjà voir ces dernières avec la loupe sur une pierre qui n'est ni rougie ni polie, mais seulement avec la lumière du soleil. La forme ordinaire, que reproduit la fig. 104, se rencontre par exemple à Seewen, près de Gersau, au Vitznauerstock, à Bürgen, au Rotzberg, à la Mutterschwan-



Seewerkalk. Fig. 101 et 105, provenant d'une carrière de Seewen ; surface polie grossie 50 fois. — Fig. 106. **Lagena sphærica** Kaufm. gross. 200 fois. — Fig. 107. **Lagena ovalis** Kaufm. ; a. coupe longitudinale ; b. coupe transversale gross. 200 fois.

denberg, et dans une roche dont un morceau reçu de la Meglisalp au Sentis, se trouve au Musée de Zurich ; on en trouve aussi dans les roches (variété rouge du seewerkalk) qui forment les parties sud de l'Urmiberg, près de Brunnen. Les organismes de la fig. 105 sont jusqu'ici plus rares, on en a obtenu de Seewen et de Rotzberg ; la polissure en donne cependant de plus grands qui ne sont pas dessinés sur notre figure. On ne se rend pas compte de ce que peuvent être les petits parallélipipèdes qu'on y remarque ; isolés, ils se présentent comme des corps solides, prismatiques et composés de carbonate de chaux.

Dans tous les fragments de seewerkalk que j'ai observés, je n'ai pas encore vu, même sur les plus petites surfaces, un seul morceau qui d'une manière ou de l'autre ne possède pas les caractères que je viens de décrire ; on peut par là se faire une idée de l'incroyable quantité d'organismes microscopiques enfouis dans le seewerkalk.

Pour une inspection plus minutieuse des petites carapaces, il ne faut pas polir les pierres trop dures ; elles doivent de préférence être cherchées dans les parties molles et marneuses des roches, afin d'être soumises isolément au microscope. On délaie la masse, puis on met à part les

parties fines et on les fait sécher. La découverte de formes plus grandes paraît présenter de sérieuses difficultés, mais les petites dont la taille n'excède pas $^1/_5$ de millimètre pourront facilement être vues si on mêle le fin résidu à du baume. Le baume de Canada, employé par Ehrenberg, rend à la vérité les objets très-clairs; mais, en se durcissant, il a l'inconvénient de ne plus permettre de tourner l'objet. Je préfère donc l'emploi du baume de Pérou qui reste liquide. Au moyen de ce procédé, j'ai découvert jusqu'ici dans le seewerkalk un certain nombre de formes, dont 6 espèces de Polythalamiens qui paraissent avoir été très-répandues.

1. Lagena sphærica Kaufm. (Miliola arcella Ehrbg.? M. sphærula Ehrb.?) fig. 106. La carapace est transparente, brillante, calcaire et sphérique; souvent aussi elle s'écarte plus ou moins de cette forme et se présente comme comprimée. Les parois ont différentes épaisseurs, de 0,003 à 0,01 millimètres; l'intérieur est ordinairement sombre et souvent rempli d'une masse grenée ou cristalline. La bouche est ronde, unie et, dans la plupart des cas, visible seulement lorsque l'objet est placé de manière à ce qu'elle se trouve au bord. Le diamètre est de 0,035 à 0,1 millimètre.

La forme en anneaux blancs que reproduit la pierre polie (fig. 104) est la plus commune dans les pétrifications de Seewen; un pouce cube de ce calcaire doit en contenir plusieurs millions. Les individus isolés de la fig. 106 proviennent de Seewen et de Rotzloch.

Cette espèce se trouve aussi en masses innombrables dans la craie blanche de Rügen; elle n'est pas rare dans le gault, surtout dans les gisements supérieurs (Rotzloch, Bürgen, Urmiberg).

2. Lagena ovalis Kaufm. (fig. 107, Miliola ovum Ehrbg. en partie?)*. La carapace est ovale, lisse, transparente, calcaire, sans pores, arrondie sur la coupe transversale, souvent plus ou moins comprimée et écrasée;

* Elle est assez identique avec la Miliola ovum d'Ehrenberg de l'île Mœn, Microgéologie, pl. 29, fig. 45, mais non pas avec les figures, pl. 23 (du nummulitique) et pl. 31 qu'Ehrenberg donne également pour la Miliola ovum.

les parois sont généralement épaisses, mais ordinairement très-minces dans la partie inférieure, inégales, intérieurement hérissées et comme parsemées de cristaux. L'intérieur est souvent rempli d'une matière opaque; le bord de l'ouverture buccale est arrondi et non rayonné. La longueur varie de 0,05 à 0,075 millimètre.

Elle est représentée sur la fig. 104 par des corps ovales; elle accompagne constamment la Lagena sphærica, surtout dans le seewerkalk et vient immédiatement après elle quant à l'abondance; ce sont donc ces deux espèces qui ont le plus contribué à la formation de ce calcaire.

Les exemplaires isolés de la fig. 107 proviennent de Seewen. Je l'ai aussi trouvée en masses énormes dans la craie blanche de Rügen. La ressemblance de cette craie avec le seewerkalk, au point de vue de l'abondance de ces deux espèces, est complète. On trouve çà et là cette dernière dans le gault (Rotzloch, Mutterschwandberg).

3. Oligostegina lævigata Kaufm. (fig. 108). Chez elle, la carapace a deux ou trois chambres. La paroi de la seconde chambre porte une échancrure à l'aide de laquelle elle embrasse une partie de la première; la paroi de celle-ci est très-mince là où cette doublure a lieu.

Fig. 108.



a b c

Oligostegina lævigata
Kaufm. gross. 200 fois

La troisième chambre s'applique contre les deux autres. Toutes sont sur le même plan.

La bouche est inconnue, et il est permis de supposer que ces formes ne sont que des espèces plus grandes, mais à l'état jeune, par exemple, des Nonionines; ce qui en ferait douter, c'est que les individus à deux chambres sont très-fréquents, tandis que ceux à trois sont assez rares.

La carapace de la seule espèce connue jusqu'à présent est transparente, calcaire et brillante. Les chambres sont globuleuses; la première est sphérique et généralement un peu plus petite que la seconde. Le diamètre varie de 0,05 à 0,12 millimètre.

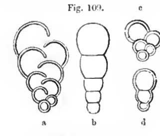
La forme à deux chambres est assez répandue dans le seewerkalk

(Seewen, Gersau, Bürgen, Rotzloch), ainsi que dans la craie blanche de Rügen. Elle est abondante dans les couches moyennes et supérieures du gault (Mutterschwand, Rotzloch, Bürgen, Vitznauerstock, Urmiberg); dans cette dernière localité, elle se rencontre en grandes masses.

La forme à trois chambres se voit ici et là dans le gault, en plus grande quantité dans les couches supérieures que dans les moyennes.

4. Textilaria globulosa Ehrbg. (fig. 109). La carapace est transparente, calcaire, polie, à trois faces, peu comprimée, arrondie sur les bords, obtuse à la partie inférieure et oblique à la supérieure. Les chambres sont disposées de 3 à 5 de chaque côté, elles sont globuleuses et séparées par un étranglement assez accentué. L'ouverture des chambres déjà anciennes a ceci de remarquable que les parois du bord interne ne se soudent pas les unes aux autres. Le diamètre est de 0,04 à 0,15 millimètre.

Fig. 109.



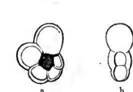
Textilaria globulosa Ehrb. gross. 200 fois.

Le nombre des chambres varie beaucoup; elles sont souvent un peu anguleuses, arrondies ou élargies. Suivant moi, les formes extrêmes sont liées par des formes transitoires, et on ne peut avec sûreté les séparer spécifiquement. Cette espèce est commune dans le seewerkalk (Seewen, Gersau, Bürgen, Rotzloch), ainsi que dans la craie blanche de Rügen et d'Angleterre (Lewes dans le Sussex, Charlton, près de Londres, Kent) et dans le plänerkalk de Töplitz. Ehrenberg l'a rencontrée dans la craie blanche d'Égypte, de l'Anti-Liban, de Sicile, de Meudon près Paris, de Gravesand en Angleterre, de l'île de Mœn, de Wolsk sur le Volga, enfin des territoires du Missouri et du Mississipi.

5. Nonionina Escheri Kaufm. (fig. 110). La carapace est transparente, calcaire, polie, assez fortement comprimée, ovale dans le sens de la largeur et plus ou moins lobée. Cinq ou six chambres cintrées entourent la première chambre centrale qui est pentagonale ou hexagonale, d'une

couleur sombre et de grosseur variable. La dernière chambre et souvent l'avant-dernière sont d'ordinaire fortement renflées ; dans ce cas, il y a de fortes cloisons entre toutes les chambres. La bouche n'est pas visible. La construction est équilatérale. Le diamètre est de 0,055 à 0,12 millimètre.

Fig. 110.






Nonionina Escheri Kaufm. gross. 200 fois.

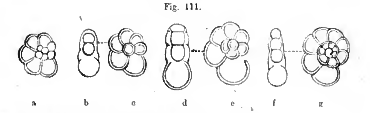
Cette espèce, dédiée à M. le professeur Escher de la Linth, n'est pas rare dans le seewerkalk (Seewen, Gersau) et dans la craie blanche d'Angleterre ; elle se rencontre fréquemment dans les couches moyennes et supérieures du gault de Rotzloch et d'Urmiberg.

6. Nonionina globulosa Ehrbg. sp. (fig. 111). La carapace est ronde ou oblongue, transparente, calcaire, lisse, plus ou moins comprimée. Les chambres sont globuleuses et les soudures profondes. Les cloisons sont droites ou un peu courbées ; la torsion a un ou deux tours. L'ouverture se trouve au bord interne des chambres, mais elle n'est pas toujours visible. Le diamètre est de 0,055 à 0,1 millimètre.

Les formes varient beaucoup entre elles, mais je crois qu'il ne faut pas les distinguer spécifiquement, car elles représentent diverses transitions*.

* Ehrenberg, dans sa micrgéologie, en a déterminé au moins 13 espèces qui peuvent rentrer dans les formes ci-dessus, savoir : Rotalia globulosa, R. leptospira, R. Wolgensis, R. laxa (pl. 31, fig. 42, mais non pas pl. 25, fig. 34), R. senaria, R. protolepta, R. protacmæa, R. densa, R. quaterna, Phanerostomum hexaleptum, Ph. quaternarium, Planulina eusticha, Pl. saxipara. Il faut cependant observer que la comparaison de ces formes avec celles de la fig. 111 présente quelques difficultés, car les caractères géologiques manquent dans la micrgéologie d'Ehrenberg, et les planches ne donnent que le côté latéral des coquilles. Ces espèces d'Ehrenberg proviennent de la craie blanche de l'Égypte et de l'anti-Liban, de la Sicile, de Meudon, de Gravesand, de Mœn, de Rügen, de Wolsk, du Missouri et du Mississipi.

Fig. 111.



Nonionina globulosa Ehrbg. sp. gross. 200 fois (Rotalia, Phanerostomum et Planulina Ehrbg. sp.)

Pour se faire une idée exacte de la parenté rapprochée des formes, il faut, dans la fig. 111c, retrancher les deux dernières chambres ; on obtiendra ainsi un dessin qui ne présente pas de différence essentielle avec les types e et g ; c représentera un individu plus âgé ; on pourra de la même manière déduire les autres formes les unes des autres. La Nonionina globulosa est commune dans le seewerkalk de Seewen, Gersau, Bürgen, Rotzloch, ainsi que dans la craie blanche de Rügen et d'Angleterre, dans le turonien de Maidstone (Kent) et dans le plänerkalk de Töplitz. Elle n'est pas rare dans le gault (Urmiberg, Mutterschwand).

B. POLYTHALAMIENS DU GAULT.

Le gault du Rotzberg, de Bürgen et du Vitznauerstock se compose :

a. Dans l'étage inférieur : d'un calcaire gris-clair, spathique, grossier, semblable à de la brèche échinodermique avec de rares grains verts. Cette roche polie, chauffée et soumise à un grossissement de 50 fois, laisse voir çà et là un réseau à grandes mailles d'apparence corallienne. Elle ne renferme pas de Polythalamiens.

b. Dans l'étage moyen : de schistes sombres, plus ou moins remplis de rognons, ou compactes, pleins de grains verts souvent microscopiques, et généralement riches en pétrifications (Inoceramus concentricus).

c. Dans l'étage supérieur : d'une roche calcaire qui va du gris au noir, dure, siliceuse, avec de nombreux grains verts soit compactes soit (principalement près des couches de seewerkalk) séparés par des lames d'une

substance d'un vert foncé disposées en couches ondulées et moins décomposées à la surface que le calcaire; entre ces lames se trouvent entassés des rognons ellipsoïdes d'une couleur plus claire, tels qu'on en rencontre souvent dans le seewerkalk.

Dans les étages *b* et *c*, on découvre presque partout des Polythalamiens, surtout dans les couches supérieures où ils se présentent en grandes masses; mais ils ne deviennent visibles que lorsque la roche a été calcinée. Les grains verts de glauconit se noircissent, et les parcelles de pyrite prennent par l'oxydation une couleur rouge.

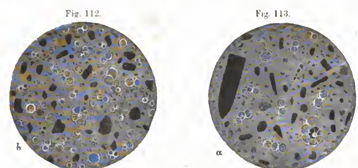


Fig. 112. **Gault** (surfaces polies gross. 50 fois) provenant d'un rognon ellipsoïde des étages supérieurs du Burgenstock. — Fig. 113. De l'étage moyen schisteux du Nase supérieur du Vitznauerstock: a rognons verts de granit; b. pyrites.

La ressemblance des formes microscopiques du gault et du seewerkalk est ici très-frappante. Dans ce dernier, il est vrai, l'agglomération des individus est plus considérable que dans le gault où souvent il n'y en a que peu ou point, surtout dans les roches au sein desquelles les grains verts et les pyrites sont très-développés. Les Lagena dominent dans le seewerkalk et les Oligostegina dans le gault.

Souvent notre gault a de l'analogie avec le grès vert nummulitique et le calcaire siliceux du néocomien (surtout dans les altmannschichten pointillées de vert), d'où il suit que lorsque ces roches sont dépourvues de pétrifications, il est impossible de les distinguer entre elles. Les procédés que nous avons indiqués permettent actuellement de reconnaître le gault,

car de nombreuses expériences ont démontré que les roches nummulitiques et néocomiennes ne possèdent aucun reste organique de cette nature. Les mêmes procédés appliqués au seewerkalk ont servi à isoler les carapaces. Les espèces suivantes ont pu être observées : Lagena sphærica, L. ovalis, Oligostegina lævigata, Nonionina Escheri, N. globulosa et quelques autres qui n'ont pas encore été suffisamment étudiées ou qui sont trop rares pour être citées ici.

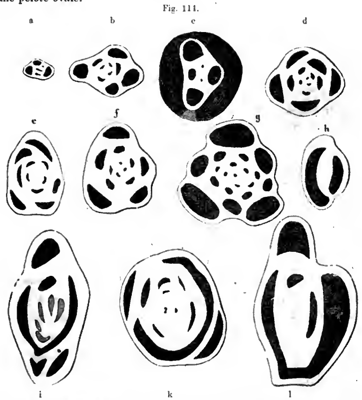
L'identité des espèces du seewerkalk et du gault n'a pas lieu de nous surprendre, car Reuss a prouvé, grâce à ses nombreuses recherches, que beaucoup d'espèces de Polythalamiens de la craie blanche se rencontrent aussi dans des étages plus anciens (le turonien et le cénomanien), et quelques-unes même jusque dans le gault. Chez nous comme ailleurs, il n'y a de ligne de démarcation très-tranchée pour les Polythalamiens qu'entre le gault et l'urgonien. L'association de ces deux étages est très-fréquente en Suisse ; et, comme on le sait, là où elle n'a pas lieu, on ne rencontre ni l'une ni l'autre de ces formations.

C. POLYTHALAMIENS DE L'URGONIEN.

La figure 114 représente simplement les coupes telles que les donne la polissure de la pierre ; mais, même dans cet état incomplet, les Polythalamiens de l'urgonien sont si faciles à reconnaître et si répandus qu'ils peuvent servir de guide, et sont fort utiles comme fossiles caractéristiques. Lorsqu'on brise un morceau de roche et qu'on mouille le côté fraîchement cassé, on peut avec une bonne lumière l'examiner facilement à la loupe et découvrir assez rapidement les petits corpuscules qui s'y trouvent. Les Polythalamiens sont très-fréquents dans les couches moyennes et supérieures de chaque étage (y compris les couches renfermant l'Orbitolina lenticularis), et ils apparaissent par douzaines dans le champ de la lentille ; ils entrent donc pour une bonne part dans la composition de la roche. Lorsqu'on polit la pierre et qu'on l'humecte d'huile, ils apparaissent plus nombreux et mieux dessinés encore, par exemple sur le döl-

lit fréquemment employé pour piédestaux, socles, etc. Les carapaces ont des cloisons épaisses et blanches. L'arrangement des chambres rappelle tout à fait celui des Agathistégiens (groupe des Polythalamiens), chez lesquels les chambres sont pelotonnées à peu près comme le fil sur une pelote ovale.

Fig. 114.



Coupe de **Polythalamiens** de l'urgonien ; a, b, d et h à l. de Burgenstock ; c. grain oolithique de Hohfluh (canton de Schwytz) ; e, f, g. dollit du Lopperberg près d'Alpnacht ; gross. 50 fois.

Lorsque les chambres sont coupées transversalement, elles apparaissent comme des trous ronds ou semi-lunaires (fig. 114 a à g); si la coupe est longitudinale, ce sont alors des canaux étroits et en forme de faucille (fig. 114 h à l). Il est rare cependant de trouver une coupe longi-

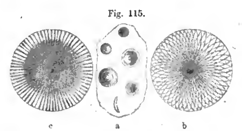
tudinale qui ne prenne pas une ou plusieurs chambres obliquement ou en travers. L'urgonien est parfois oolithique et fréquemment l'intérieur des grains renferme une carapace de Polythalamien; citons en ce genre les puissants gisements d'urgonien, près de Föhnenberg, sur le versant sud du Hohfluh (fig. 114 c).

De nombreuses observations ont démontré que les Polythalamiens de cette classe se trouvent exclusivement dans cet étage; c'est à peine si ailleurs on en a rencontré quelques-uns isolés.

Les recherches de M. le professeur Kaufmann ont eu principalement pour objet les roches crétacées des montagnes calcaires du lac des Quatre-Cantons; mais il est probable que les calcaires crétacés des cantons de Glaris et d'Appenzell sont en grande partie composés de ces animaux. Ainsi le seewerkalk d'Obstalden, dans le canton de Glaris, renferme une abondance incroyable de Polythalamiens, parmi lesquels se trouvent en masses compactes des Lagena, des Textilaria et des Nonionina. Le calcaire crétacé supérieur des montagnes d'Ammon et du Sentis fourmille de coquilles de ces petits animaux, parmi lesquels M. le pasteur Zwingli a déterminé la Textilaria globulosa et la Nonionina globulosa.

Les Orbitolines sont une des formes spéciales de l'époque crétacée; leur place dans le système est encore douteuse, mais elles semblent être proches parentes des Polythalamiens. Elles ont l'apparence de petites soucoupes (fig. 115) faiblement convexes sur une des faces et concaves

Fig. 115.



a. **Orbitolina lenticularis** gr. nat. du Val Travers; b, c. fortement grossie; b. face convexe; c. face concave.

de l'autre; elles sont guillochées de cercles concentriques très-rapprochés. Lorsqu'elles sont un peu polies, elles présentent, principalement sur les bords de la face concave, des stries en forme de rayons (fig. 115 c). La face convexe est garnie de pores qui sont, eux aussi, distribués en cercles concentriques et disposés en rayons arqués partant d'un bord et aboutissant au bord opposé en se croisant mutuellement (fig. 115 b). L'Orbitolina lenticularis Blum. sp. (fig. 115 a) se rencontre dans un banc marneux brun-jaunâtre appartenant à l'aptien de la Perte-du-Rhône, où elle forme une couche de $^1/_2$ à 1 pied; elle apparaît aussi à la Presta (Val-Travers), à Sainte-Croix et dans les Alpes vaudoises; nous en trouvons en grande quantité dans l'urgonien des cantons d'Appenzell et de Glaris. C'est donc une espèce caractéristique de cette époque, et facile à reconnaître.

Les Madrépores, qui jouèrent un rôle si important dans la mer jurassique, se retrouvent en partie avec les mêmes genres (Astræa, Lithodendron), mais nous ne connaissons pas de bancs de Coraux de quelque importance provenant de l'époque crétacée; nous trouvons il est vrai sur la Käserenalp, dans le canton de Schwytz, sur la Meglisap, Oehrli et Siegelalp, dans le canton d'Appenzell, des colonies plus ou moins grandes de Coralliaires, mais nulle part ils ne forment des roches considérables; ils disparaissent complétement du crétacé du Jura, quoique les bas-fonds de ces localités semblent avoir dû leur être favorables.

Les Éponges marines, en revanche, sont abondantes; ainsi de Loriol en a décrit 31 espèces du néocomien du Salève; elles appartiennent à 16 genres.

Les Crinoïdes sont beaucoup plus rares que dans les mers antérieures; on peut citer les Pentacrinites, dont une espèce : le P. cretaceus Leym. a été trouvée dans le canton d'Appenzell.

Les Oursins sont beaucoup plus importants pour la faune marine crétacée que pour les précédentes; on en a trouvé de nombreuses formes; quelques étages sont même caractérisés par les espèces qu'on y rencontre.

Les Cidaris, que nous avons déjà appris à connaître (page 161) n'ap-

paraissent pas en quantité aussi considérable que dans la mer jurassique, mais ils ont encore une grande richesse de formes, et présentent une diversité remarquable dans leurs radioles lisses, verruqueux ou striés, en massue, en fuseau ou pyriformes. Ces Cidaris ne sont cependant qu'une suite des formes de l'époque jurassique, tandis que les Spatangen présentent une série nouvelle et qui caractérise spécialement la faune des Oursins de cette époque. Le test est mince et sillonné par une dépression profonde en forme de rigole, qui lui donne l'apparence d'un cœur. L'un des cinq champs ambulacraires occupe la rigole; mais il est très-souvent rudimentaire. La bouche sans dents est excentrique. Le genre le plus important de notre faune est le Toxaster, spécial à la craie; il se distingue de tous les autres par ses champs ambulacraires arqués. Le Toxaster Brunneri Mer. (fig. 116 a, b) est commun dans le néocomien supérieur de nos Alpes; sur les pentes rocheuses du Drusberg (canton de Schwytz) il y a des armées entières de cet animal marin; il gît en grand nombre aux Kurfürsten (entre Brisi et Frumsel) et au Sentis. Le Toxaster sentisianus Des. présente une aire analogue; M. Escher de la Linth l'a rencontré au Sentis, aux Firenbänder et au Glärnisch dans une couche inférieure au néocomien; il se trouve également en grande quantité dans le valangien, au pied du Pilate.

Le Toxaster complanatus Ag., proche parent du précédent, apparaît dans le néocomien de la zone jurassienne; il ne manque pas dans les Alpes, et M. le professeur Desor l'a rencontré au pied du Pilate, dans le canton d'Unterwald; il fréquentait aussi la baie méditerranéenne, ainsi que la mer Gallo-britannique (on en connaît du nord de la France, de l'Angleterre et de l'Allemagne); il possédait ainsi une area très-étendue.

Le Toxaster oblongus Del. sp. était également très-répandu dans l'aptien; mais le Toxaster Couloni Ag. et T. granosus Orb. avaient un canton très-restreint et ne fréquentaient que les côtes jurassiennes de notre mer.

Un genre voisin, Micraster, donnait le M. polygonus Ag. dont l'area était la même que celle du précédent, tandis que le M. cor anguinum

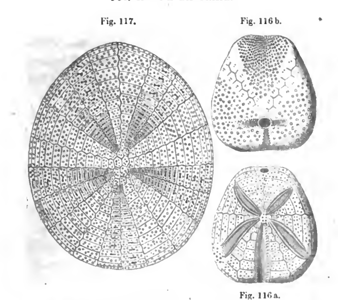


Fig. 116. **Toxaster Brunneri** Mer. — Fig. 117. **Ananchytes ovata** Lam.

Lam. sp. se rencontre dans le seewerkalk du Sentis et d'Unterwald, ainsi que dans la craie blanche du sud et du nord de l'Europe. L'Holaster subglobosus Lesk. sp. est très-commun dans le terrain crétacé supérieur; l'H. L'Hardyi dans le néocomien; l'H. lævis Del. sp. au contraire est restreint au gault de la zone jurassienne.

Nous ferons, à propos des Oursins, la même observation qu'au sujet des Céphalopodes, à savoir : que beaucoup d'espèces appartiennent exclusivement aux côtes sud de notre mer crétacée, et d'autres exclusivement aux côtes nord, tandis que d'autres, communs aux deux côtes, s'avançaient jusque dans la Méditerranée; plusieurs avaient en même temps pour patrie l'Allemagne, l'Angleterre et la France et habitaient toutes les mers européennes. Les Oursins apparaissent aussi à des époques déterminées, et chaque étage a ses espèces propres, comme nous l'avons vu plus haut. Quelques genres ne se voient que dans un étage spécial de la craie, ainsi les Stenonia, Offaster, Pilula et Ananchytes n'ap-

partiennent qu'à la craie supérieure, et surtout l'Ananchytes ovata Lam. (fig. 117), Oursin très-caractéristique et qui peut servir de guide; on le trouve dans le seewerkalk d'Unterwald, de Calanda et des Fähnern; il se rencontre en Europe presque partout où il y a de la craie blanche. Les Ananchytes sont de grands Oursins dont tous les champs ambulacraires ne sont pas réunis en forme de pétale comme ceux des autres Oursins cordiformes.

De même que pendant l'époque jurassique, les Mollusques forment encore ici le contingent le plus important de la population de notre mer crétacée. Le tableau (page 217) démontre que les Céphalopodes crétacés rivalisent par le nombre de leurs espèces avec ceux de l'époque jurassique; si les Ammonites n'atteignent pas le même chiffre, les Nautiles en revanche sont devenus plus nombreux; avec les Turrilites, Baculites, Ptychoceras et les Hamites apparaissent des genres entièrement nouveaux. Les nombreuses formes de ce groupe à coquilles droites, recourbées ou enroulées seulement à leur extrémité caractérisent en général l'époque crétacée. Cette famille possédait déjà dans la mer jurassique une remarquable richesse de formes; cette modification des genres continue pendant la période crétacée et de nouveaux types viennent même s'y ajouter. L'Ammonite n'est plus seulement enroulée en spirale sur un même plan, type que nous avons vu dans le jura; elle prend dans le crétacé l'aspect de cornes, de bâtons, elle s'enroule en vis ou à la façon des Escargots. Ainsi donc, avant de disparaître pour toujours des faunes vivantes, ce remarquable type de Mollusque possédait encore une grande variété de formes.

La famille des Calmars est plus commune dans la zone alpine que dans la jurassienne, du moins toutes les espèces observées jusqu'à présent dans la dernière l'ont été dans la première, la plupart aussi dans le bassin méditerranéen. L'espèce la plus fréquente est la Belemnites pistilliformis Bl. qui caractérise le néocomien.

La famille des Nautilides nous a transmis 21 espèces, en partie à coquilles lisses, comme nous les connaissons déjà, en partie aussi à coquil-

les striées de côtes transversales nombreuses et serrées. Cette modification se présente pour la première fois dans la mer crétacée. Le Nautilus neocomiensis Orb. (fig. 118) peut servir de type à sa famille; on le trouve au Sentis, à Sainte-Croix et au Salève; il habitait aussi la Méditerranée.

Les Nautiles de cette époque n'atteignent pas, il est vrai, la taille de ceux du jura; cependant le N. bifurcatus Oost. de Hohgant mesure

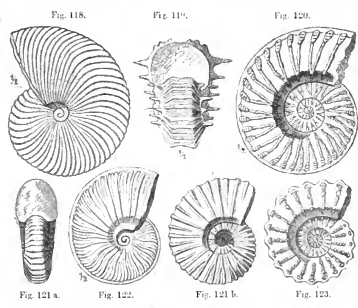


Fig. 118. **Nautilus neocomiensis** Orb. — Fig. 119. **Ammonites mammillatus** Schl. — Fig. 120 **Ammonites inflatus** Sow. — Fig. 121. **Ammonites Milletianus** Orb. — Fig. 122. **Ammonites Hugardianus.** — Fig. 123. **Ammonites Lyellii.**

½ pied de diamètre. Ainsi donc, dans la mer crétacée, les Nautiles sont encore les représentants des plus grands Mollusques.

La famille des Ammonitides nous donne une série de genres parmi lesquels le genre Ammonite domine aussi quant au nombre des espèces. Nous constatons parmi les Ammonites des transformations complètes, de

telle sorte que l'on ne retrouve pas une seule espèce qui reproduise exactement celle de la mer jurassique. Plusieurs groupes même se sont éteints, ainsi les Arieta, tandis que d'autres ont persisté : les Planulates, les Hétérophylles et les Macrocéphales, ou apparaissent sous des formes voisines ; les Ammonites dites Cristati, qui sont caractérisées par leur ligne dorsale en relief, occupent ici la place des A. falcifères du jura. La craie possède en outre des groupes qui lui sont propres : les Rhotomagenses et les Mammillati.

Les fig. 119 à 123 représentent quelques-uns des types principaux de notre mer crétacée. L'Ammonites Hugardianus Orb. (fig. 122) et l'A. inflatus Sow. (fig. 120) avaient remplacé les Cristati. L'arête avait une crête très-accentuée, tandis que les flancs étaient ornés de côtes courbes bi ou trichotomes (2 ou 3 fois fourchues). L'A. Hugardianus se rencontre dans le gault du Jura et dans les Alpes du canton de Vaud et de Savoie. On l'a découverte dans les Carpathes, dans le Caucase et même dans le Vénézuéla ; elle était donc fort répandue dans toute la mer crétacée. L'A. inflatus avait aussi une vaste area à l'époque du gault, et on peut la suivre depuis le flanc nord du Sentis jusqu'au canton de Vaud ; la côte jurassienne la possédait aussi (Perte-du-Rhône et Sainte-Croix). L'A. Lyellii Leym. (fig. 123) appartient au groupe des Rhotomagenses, dont l'arête est garnie, au lieu d'une crête, de verrues distinctes. Elle se distingue par sept rangées de verrues latérales qui ornent très-gracieusement la coquille et appartient à une des espèces les plus communes de l'époque crétacée (gault). On la trouve chez nous sur l'arête ouest du Glärnisch appelée Nebelkäppler, sur la Käserenalp, dans le canton de Schwytz, dans les Alpes vaudoises et dans le Jura (Sainte-Croix et Perte-du-Rhône).

Chez les Ammonites verruqueuses (Mammillati), l'arrête est lisse, mais bordée de chaque côté d'une rangée de verrues. L'A. mammillatus Schlotth. (fig. 119) apparaît pour la première fois en Suisse dans l'aptien (Perte-du-Rhône), mais elle n'acquiert tout sont développement que dans le gault (dans les Alpes des cantons de Berne et de Schwytz et dans le

Toggenbourg). Dans ces localités et en France elle disparaît déjà dans le même étage, tandis qu'elle a survécu en Angleterre et en Allemagne.

Un des groupes les plus riches en espèces est celui des Angulicostati, chez lesquelles les côtes, qui sont vives, traversent sans interruption le dos rond ou aplati. L'A. Milletianus Orb. (fig. 121) est l'espèce la plus commune de ce groupe dans le Jura et dans les Alpes (Kistenpass, Sentis et canton de Schwytz); c'est en même temps une des espèces qui ont pénétré dans le sud de la France, en Allemagne et dans la mer Gallo-britannique. Elle atteignait une taille considérable; on en a trouvé à la Perte-du-Rhône des exemplaires qui mesuraient 17 pouces de diamètre. On la reconnaît surtout à son dos plat et à ses côtes qui alternent de longueur.

Les Ligatus à côtes anguleuses sont les proches parentes du groupe précédent; mais chez elles les côtes sont moins marquées en arrivant au dos, qui est rond, ou se changent en simples stries; souvent aussi elles manquent. Par place, on voit des sillons transversaux indiquant l'emplacement des anciens orifices buccaux. L'A. ligatus Orb. est très-caractéristique de notre néocomien alpin (Stockhorn et Châtel-Saint-Denis) et s'avançait jusqu'au sud de la France et en Espagne; l'A. Mayorianus, en revanche, est une des espèces les plus abondantes du gault et a persisté dans notre mer jusqu'au seewerkalk. Elle a été observée depuis les Alpes appenzelloises jusqu'aux Alpes vaudoises, ainsi qu'à Sainte-Croix et à la Perte-du-Rhône; elle ne se trouve pas seulement dans le sud de la France et dans la mer Gallo-britannique, mais aussi dans les Carpathes, dans le Caucase et même dans le Vénézuela. La coquille comprimée de cette espèce est ornée de plusieurs côtes transversales qui deviennent beaucoup plus fines vers le centre de l'animal; elle est de plus parcourue par cinq ou six sillons sinueux.

Les Scaphites ouvrent la série des Ammonitides déroulées; chez elles, la coquille qui commence par être rapidement enroulée se déroule et devient droite; à l'autre extrémité, elle s'enroule de nouveau de la même manière. Le Scaphites Hugardianus Orb. (fig. 125) a une coquille déli-

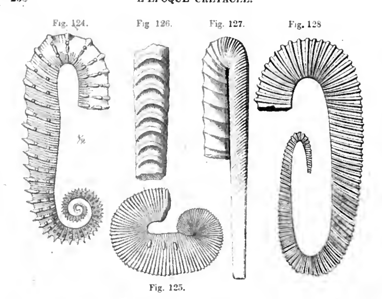


Fig. 124. **Ancyloceras Mattheronianus** Orb. — Fig. 125. **Scaphites Hugardianus** Orb. — Fig. 126. **Baculites Gaudini** Pict. — Fig. 127. **Ptychoceras Puzosianus** Orb. — Fig. 128. **Hamites rotundus** Sow.

cate, striée de nombreuses côtes transversales, chaque extrémité vient à la rencontre de l'autre et elles se rejoignent presque. Il habitait le Fähnern, le Sentis, le Haut-Sihlthal, les Alpes occidentales, la Perte-du-Rhône, et on le rencontre aussi en France avec les deux espèces : S. Yvani Puz. et S. æqualis Sow.

Le genre Ancyloceras est très-voisin du précédent, seulement les tours de spire sont complétement desserrés; l'extrémité buccale est repliée en crochet et n'est pas enroulée. Ce genre, qui compte 35 espèces, est un des beaux types de la faune néocomienne de la chaîne du Stockhorn et de Châtel-Saint-Denis, dans le canton de Fribourg. La plus grande partie des espèces manque dans l'est de la Suisse, dans le Jura, ainsi que dans le bassin parisien; mais on les retrouve dans le sud de la France. Une douzaine est spéciale à Châtel-Saint-Denis et aux Alpes bernoises. Les unes, Ancyloceras Meriani Oost., et A. Escheri Oost. sont seule-

ment ornées de fines stries transversales, d'autres sont pourvues de côtes accentuées : A. Brunneri Oost. et A. Heerii Oost. qui sont souvent aussi garnies de verrues. Chez plusieurs espèces le dos est orné d'épines longues et fortes, ainsi : A. Honorati Oost., A. Mattheronianus Orb. (fig. 124) et A. Morloti Oost. L'extrémité la plus ténue est toujours gracieusement enroulée et fort souvent terminée par une fine pointe. La longueur est considérable et atteint parfois 1 $^1/_4$ pied (A. gigas Orb.). L'espèce la plus répandue est l'A. Duvalii Art. qui vivait sur les deux côtes de notre mer crétacée, ainsi qu'en Angleterre, en Allemagne, dans le sud de la France, en Espagne, en Algérie; on l'a même rencontrée au Chili. Dans un groupe que Pictet a séparé et désigné sous le nom d'*Anisoceras*, l'extrémité recourbée en spirale ne se présente plus sur le même plan. L'A. Saussureanus Pict. appartient à ce groupe et se trouve près de Saxonet et à la Perte-du-Rhône; c'est un des plus grands animaux de cette famille, car il atteint une longueur de 0^m,60.

Les Ammonites arquées ou Toxoceras ressemblent à une corne courbée obliquement; les deux extrémités ne sont pas enroulées et ont l'apparence d'une corne de bouc. Leur patrie était la mer Méditerranée, d'où elles arrivaient jusque chez nous. Le Toxoceras Lardyi Pict. trouvé à la Perte-du-Rhône a une grande analogie avec une espèce de l'Altmann, dans le canton d'Appenzell.

Chez les Ammonites à crochet, Hamites, la coquille se recourbe à chaque extrémité en fer à cheval dont les bras sont plus ou moins parallèles avec le corps, qui est plus long, tandis que chez les Hamulines une des extrémités seule est recourbée. Ces dernières espèces sont rares et circonscrites seulement au néocomien, tandis que les premières sont très-communes dans le gault du Jura et des Alpes. La belle Hamites rotundus Sow. (fig. 128) était répandue dans toute la mer crétacée, ainsi que les : H. attenuatus Sow., H. flexuosus Sow. et H. Charpentieri Pict. Il est intéressant d'observer que, comme pour le Nautile, notre mer crétacée avait proportionnellement beaucoup d'espèces de ce genre en commun avec le bassin parisien.

Tandis que chez les Ammonites à crochet la partie recourbée ne touche pas le corps principal, chez les Ptychoceras elle touche le tronc et même y est quelquefois engagée au moyen d'une rainure. Le Pt. Gaultinus Pict. est commun au gault du Jura et à celui des Alpes; tandis que le Pt. Puzosianus Orb. (fig. 127), et quatre autres espèces appartiennent au néocomien des pays alpins; ce genre, ainsi que celui des Ancyloceras, caractérise la zone alpine; la plupart de ses espèces se retrouvent dans la Méditerranée.

Chez les Baculites, le type ammonitique est transformé; leur coquille est devenue droite ou n'est que légèrement recourbée, les spirales ou la courbure en fer à cheval leur manque. Ils appartiennent exclusivement à la mer crétacée, commençant avec le néocomien et s'éteignant dans les étages supérieurs de la craie.

La fig. 126 représente un morceau du Baculites Gaudini Pict. dont la coquille se termine par une pointe aiguë. Cette espèce se rencontre dans plusieurs localités de nos Alpes (au Sentis, dans la Taminathal, à la Käserenalp, près de Cheville et en Valais), ainsi que dans le Jura (Sainte-Croix et Perte-du-Rhône), en Savoie et en Angleterre. Le B. baculoides Mant. sp. avait la même area, tandis que les autres espèces étaient beaucoup plus circonscrites.

Les Turrilites ont l'apparence d'Escargots, car leur coquille est enroulée en forme de vis, mais le vide intérieur est divisé en chambres par des cloisons analogues à celles des Ammonites. Les Turrilites représentent la dernière modification du type ammonitique. A l'exception de quelques espèces qui constituent un genre à part, ce groupe commence dans le gault et s'éteint à la fin de la période crétacée; il n'eut par conséquent qu'une existence assez courte. Il comprenait cependant de nombreuses espèces, 50 environ, dont 18 fréquentaient notre mer. Leurs coquilles sont comme chez beaucoup d'Ammonites ornées de verrues et de côtes; ces dernières sont longitudinales ou transversales, et il n'est pas rare de les voir ornées de bosselures élégantes. L'espèce la plus commune est la T. Bergeri Br. (fig. 129), qui a été observée dans beaucoup

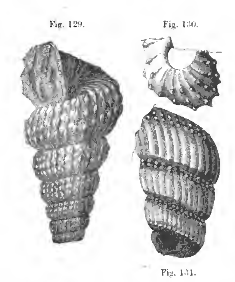


Fig. 129. **Turrilites Bergeri** Br. — Fig. 130. De Kistenpass. — Fig. 131. **Turrilites Puzosianus** Orb. de Neualpkamm.

de localités de nos Alpes (au Sentis, au sommet du Kistenpass, fig. 130, à la Silbern, au Pragel, sur la Rossmatt, à la Vettiseralp, au col de Cheville et dans le Valais), du Jura, dans les roches crétacées (gault et seewerkalk), ainsi qu'en Savoie et dans les bassins de Paris et d'Angleterre. Le T. costatus Orb. était tout aussi répandu; Escher de la Linth l'a trouvé au Sentis. La plupart des autres espèces étaient communes à notre faune et à celle de la Méditerranée seulement; ainsi le T. Puzosianus Orb., dont la fig. 131 reproduit un morceau, provient du Neualpkamm, dans le Toggenbourg. La coquille, chez cette espèce, est pourvue de fortes côtes transversales, tandis que chez le T. Bergeri les côtes sont moins accentuées, mais chacune est ornée de 4 petits cabochons placés de manière à former 4 rangées pour chaque tour de torsion. Le T. Puzosianus a bien aussi des verrues, mais elles sont petites et rangées au bord de chaque tour de torsion.

Si nous observons les autres Mollusques marins, nous reconnaîtrons à

peu près les mêmes genres que nous avons déjà vus dans la mer jurassique, plus quelques types nouveaux. Le genre Pterocera nous fournit quelques belles espèces dont le labre porte plusieurs digitations, ainsi chez le P. Rachatiana Orb. qui a été recueilli à la Perte-du-Rhône. Le P. pelagi Br. a été trouvé dans l'urgonien des Alpes et dans la zone jurassienne. Un genre voisin : Rostellaria, apparaît avec la craie, mais persiste jusqu'à nos jours. Les lobes du labre ailé sont moins prononcés ; on en connaît plusieurs espèces : R. Orbygniana Pict. et Robiualdiana Pict., provenant de la zone jurassienne.

Les Nérinées sont plus rares que dans la mer jurassique, mais elles présentent des formes aussi grandes et aussi remarquables ; leur coquille longue et conique a des spires fortement accentuées. A côté de nombreuses espèces du genre Natica (N. rotundata Sow., Clementina Orb., Rauliniana Pict., etc.), apparaît le genre voisin Narica, dont la coquille est globuleuse et tordue en spirale ; quelques rares espèces de ce genre vivent encore dans les mers tropicales. Le N. genevensis Pict. provient du gault de la Perte-du-Rhône. D'autres genres : Trochus, Turbo et Cerithium que nous avons déjà vus précédemment (page 167), étaient représentés par de nombreuses espèces dans notre mer crétacée, et indiquent par leur présence le voisinage d'une côte.

Parmi la multitude des Mollusques bivalves qui hantaient notre mer crétacée, nous devons nous borner à présenter les formes les plus importantes. Nous retrouvons là en grande partie les mêmes genres que nous avons observés dans la mer jurassique (p. 168 et suiv.), ainsi les Térébratules, Astarte, Cardita, Diceras, Lyriodon, Inoceramus, Pecten, Lima, Exogyra, Gryphæa, Ostrea, etc. Beaucoup d'espèces s'écartent des formes de l'époque précédente, tellement même qu'elles forment des groupes spéciaux à l'époque crétacée ; ainsi la plupart des Huîtres de cette période ont des valves qui, sillonnées de plis étroits et profonds, s'emboîtent sur les bords. L'Ostrea macroptera Orb. (fig. 132) est un beau type des Huîtres à crête de coq de l'époque crétacée. Elle a à peu près 3 pouces de long, des valves recourbées en arc, fortement plissées

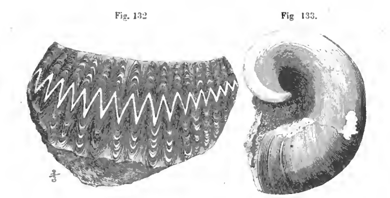


Fig. 132. **Ostrea macroptera** Orb. du glacier du Glarnisch moyen, ⅔ de gr. nat. — Fig. 133. **Requienia Ammonia** Gf. sp. du Sentis.

et dont les bords en zigzags sont si bien emboîtés qu'on a de la peine à distinguer la ligne de démarcation. Elle était exceptionnellement commune pendant le néocomien, et remplit les bancs supérieurs du Glärnisch. En montant au Glärnisch moyen, on remarque avec surprise que le grand glacier qu'on aperçoit de Schwanden et de Mitlödi repose sur des roches calcaires composées de millions d'Huîtres; c'était évidemment autrefois un banc immense de ces Mollusques. Cette Huître a été aussi observée dans les Alpes appenzelloises et dans le Jura. L'Ostrea Couloni Df. a la même area; on la rencontre aux Firenbänder, au Glärnisch, au Wallenberg (près de Gäsi) et dans plusieurs endroits des Alpes appenzelloises ainsi que dans le Jura.

La faune des Mollusques crétacés est particulièrement caractérisée par la famille des Rudistes, car elle lui est toute entière et exclusivement propre; elle commence avec le néocomien et disparaît dans les étages supérieurs de la craie. Cette famille diffère tellement par la construction de la coquille de tous les autres Mollusques qu'il est difficile d'établir ses rapports zoologiques; elle paraît cependant se rapprocher de l'ordre des Brachiopodes. Les Rudistes ont deux valves épaisses et de grandeur inégale, formées de deux couches; l'extérieure est feuilletée ou fibreuse;

l'intérieure est perforée. La plus grande est attachée au sol par son extrémité pointue, souvent aussi par le côté, tandis que la plus petite forme un couvercle et ferme la vaste ouverture sans que l'on reconnaisse de charnière qui la réunisse à la première. La cavité est divisée par des plis longitudinaux et par des saillies latérales lobées; il n'est pas rare de voir le fond garni de cloisons transversales irrégulières. Chez les uns, les Hippurides, la grande valve est droite et conique; chez les autres, les Caprinides, les valves sont tordues en spirales et ont la forme de cornes de bouc. Ces Mollusques vivaient en familles par grandes troupes, et c'est pour cette raison que par places ils remplissent des rochers entiers, tandis que dans d'autres endroits ils manquent complétement. Les Hippurides qui se rencontrent par masses à Untersberg, à Salzbourg et à Gosau en Autriche, dans le sud-est de la France et dans les Pyrénées, n'ont pas encore été observés chez nous; en revanche les Caprotides apparaissent fréquemment dans le seewerkalk de nos Alpes, entre autres la Requiena (Caprotina) Ammonia Gf. (fig. 133), dont la coquille oblique, lisse, enroulée en spirale, est fixée par le côté et parcourue par deux sillons longitudinaux. C'est un Mollusque type pour cet étage de notre terrain crétacé alpin et jurassien; il formait à cette époque, sur toutes nos côtes, de larges bancs où l'on rencontre çà et là une seconde espèce qui lui ressemble, le R. Lonsdalii Orb. et un Radiolites : R. neocomiensis Orb.

Les Bryozoaires constituent un embranchement spécial des Mollusques. Ils vivent en colonies agrégées et forment des pieds comme les Polypiers. Ils leur ressemblent par leur bouche armée de cils vibratiles; mais d'autre part ils s'en écartent tellement par leur organisation intérieure qu'ils se rapprocheraient davantage des Mollusques. On rencontre fréquemment les carapaces calcaires de ces animaux dans les dépôts de notre mer crétacée. M. de Loriol en a décrit 23 espèces du Salève qui appartiennent à 20 genres. La Multicavea neocomiensis de Lor. est une des espèces les plus communes et forme de petits buissons très-divisés dont les rameaux sont couverts extérieurement de petits

pores représentant l'orifice des cellules cylindriques dans lesquelles vivaient autrefois ces gracieux petits animaux.

Notre mer crétacée est d'une étonnante pauvreté en Crustacés; on n'en connaît que peu d'espèces de notre pays, parmi lesquelles un Crabe: le Xantho Fischeri Mil. Edw., qui a une carapace large, et très-faiblement échancrée en avant; on le rencontre dans le gault de Ste-Croix.

Les Poissons et les Amphibies ne paraissent pas avoir été nombreux, quoiqu'on en trouve çà et là quelques restes. Parmi les premiers, les Squales sont remarquables; on en a découvert six espèces dans notre mer; ils appartiennent à des genres dont quelques-uns vivent encore de nos jours, ainsi les Oxyrhina et les Odontaspis; d'autres aux genres Otodus et Corax qui sont spéciaux à la craie et à la mer tertiaire. Nous retrouvons la famille des Ganoïdes, représentée comme à l'époque jurassique, par le genre Pycnodus avec cinq espèces dont une, le P. Münsteri Ag. a été observée au Sentis (dans le seewerkalk), à la Perte-du-Rhône et au Salève; une autre, le P. Couloni Ag., est commune dans le néocomien du Jura; ensuite viennent les genres Sphænodus et Gyrodus, avec de petites dents rondes et ombiliquées.

M. Pictet a décrit quatre espèces de Poissons à forme de Hareng qu'il a trouvées dans le néocomien des Voirons; parmi elles, le Clupea voironensis Pict. ressemble aux Harengs, le Clupea antiqua Pict. est très-voisin des Alosa, tandis que deux autres espèces, le Spathodactylus neocomiensis Pict. et le Crassognathus Sabaudianus Pict. forment des genres spéciaux à la craie; ils sont proches parents des genres Elops et Megalops des tropiques.

Par ces Harengs et ces Squales, les Poissons de l'époque crétacée s'écartent de ceux de l'époque jurassique et se rapprochent de la faune actuelle.

Les Crocodiles et les Plésiosaures ont fréquenté nos côtes ainsi que le prouvent des dents qu'on a découvertes à Ste-Croix et à la Perte-du-Rhône, mais elles semblent avoir appartenu à de petites espèces, tandis qu'alors la mer était habitée en d'autres endroits par d'énormes Sauriens; ainsi, le Mosasaurus Hofmanni Camp. sp. des fameuses cavernes

du Petersberg à Mæstricht avait probablement une longueur de 26 pieds, et le Macrosaurus paraît avoir été tout aussi grand.

On a trouvé à Ste-Croix deux espèces de Tortues : Chelonia valenginiensis et Trachyaspis Sancti Crucis Pict., qui appartiennent aux Tortues de mer ; elles possédaient une taille considérable.

LA FLORE DE L'ÉPOQUE CRÉTACÉE.

Il est fort étonnant, nous l'avons déjà dit (p. 210), que jusqu'à ce jour on n'ait encore trouvé chez nous aucune plante terrestre de la période crétacée ; en effet, la terre ferme qui entourait notre mer devait sans doute être couverte d'arbres et d'arbrisseaux. Dans d'autres pays on a été plus heureux, et on a découvert quelques localités renfermant des végétaux terrestres ; ces végétaux jettent quelque lumière dans les ténèbres enveloppant le monde végétal des continents crétacés. J'ai indiqué par une + sur la carte (fig. 98) les localités où l'on a découvert des débris de plantes terrestres.

La plus importante de ces localités se trouve près d'Aix-la-Chapelle, où le Dr Debey a recueilli dans un dépôt crétacé environ 400 espèces. Le Harz possède quelques espèces (dans le grès psammite de Blankenburg); on en rencontre aussi, soit dans les environs de Halden, de Sonderhorst en Westphalie, en Saxe (Pillnitz et Niederschona), plusieurs endroits de Bohême, de Moravie (Moletein), de Silésie (Oppeln, Tiefenfurth), soit enfin à Neustadt près de Vienne, et dans le grès de Trieste; tous ces gisements appartiennent à la craie supérieure*. Nous ne connaissons encore que peu de végétaux des étages compris entre le valangien et le cénomanien allemands; ils se trouvent dans les couches de Wernsdorf des Carpathes septentrionaux, qui font partie de l'urgonien ; on a découvert quelques espèces de Pins, soit en Belgique, dans le Hainaut, soit en An-

* D'après A. et F. Romer, les végétaux fossiles de Saxe et de Moravie appartiennent probablement au premier étage de la craie supérieure, et ceux d'Aix-la-Chapelle au sénonien.

gleterre, dans le grès vert et le gault. Les gisements du terrain wealdien dans le sud-est de l'Angleterre et le nord-ouest de l'Allemagne sont plus riches *; cette formation, insérée entre le jura supérieur et la craie, représente probablement le valangien. Elle nous donne ainsi quelques notions sur la flore de la période de transition du jura à la craie, pendant laquelle les continents européens présentaient la plus grande surface. Les localités désignées plus haut contiennent la flore des terrains crétacés plus récents; c'est ce qui explique pourquoi la flore wealdienne a plus de rapports avec celle du jura blanc supérieur qu'avec celle de la craie supérieure, puisqu'il s'est écoulé une si longue période entre elles, période pendant laquelle se déposaient les différents étages de la craie inférieure et moyenne.

Les arbres à feuillage manquent complétement dans le wealdien; les forêts sont composées de Cycadées et de Conifères, ainsi que pendant l'époque jurassique. Parmi les premières nous comptons 7 espèces de Ptérophylles et des Zamites avec leurs feuilles raides et pennatifides; parmi les dernières nous distinguons des Arbres de vie, le Thuites Germari Dkr. et le Th. imbricatus Dkr., des Widdringtonia: W. Kurrianus Dkr. sp., comme aussi des espèces de Pins et de Sapins **.

* Ils sont indiqués sur la carte, fig. 98, par une ligne de points. Le wealdien au sud-est de l'Angleterre s'étendait probablement sur la Manche actuelle jusqu'aux environs de Boulogne et formait ainsi de l'est à l'ouest une bande de terrain d'environ 44 milles allemands. Dans le nord-ouest de l'Allemagne, on peut le reconnaitre sur une vaste étendue d'environ 36 milles, ainsi dans la principauté de Bückeburg, dans le comté de Schaumburg, dans le Teutoburgerwald, à Osnabruck, à Minden, etc. C'est une formation d'eau douce qui suit immédiatement le purbeck et dont les couches supérieures et inférieures alternent avec des dépôts marins. Nous voyons par là qu'à l'époque wealdienne les localités, immergées autrefois par la mer jurassique et la crétacée, étaient à sec, et formaient un continent qui unissait celui de l'Atlantique à l'Europe centrale.

** Au sud-ouest de l'île de Wight, sur la partie de la côte baignée par la mer, on trouve de nombreux troncs d'arbres wealdiens. J'ai reçu des cônes dont les uns avaient appartenu à des Cycadées, les autres à des Sapins. Dunker a figuré les feuilles d'une espèce de Sapin (Pinus Linkii Röm. sp.) qui se rencontre en quantité si considérable près de Duingen, au Deister et à Osterwald qu'ils forment presque seuls cette couche. Voy. Dunker. Monographie der norddeutschen Wealdenbildung, p. 19.

La famille la plus riche en espèces est celle des Fougères dont les genres ont pour la plupart beaucoup d'analogie avec ceux du jura. La majeure partie des formes de ces plantes est étrangère à la flore européenne actuelle; les Pins et les Sapins forment le trait d'union avec elle. Les Équisétacées s'y rattachent; elles ne sont cependant plus aussi grandes, et n'ont plus la forme arborescente des temps primitifs, elles ont le port des espèces de nos jours. Une d'entre elles possédait même des tubercules qui ressemblent * à s'y méprendre à ceux de notre Prêle des champs (Equisetum arvense).

Dans la craie inférieure les arbres à feuillage manquent aussi entièrement, on n'en a pas trouvé, jusqu'ici du moins, dans les couches de Wernsdorf ** (urgonien). On rencontre des Cycadées à belles feuilles (Pterophyllum Buchianum Ett., Zamites Zittelii Schk., Z. Hoheneggeri Schk., Z. ovatus Schk., Z. pachyneurus Schk., Cycadites Heerii Schk.), plusieurs Conifères : Pinus, Sequoia, Frenelopsis, enfin des Fougères.

Le Hainaut, en Belgique, était riche en Conifères, car on y trouve de superbes cônes de Cèdres, de Pins et de Sapins, qui rappellent en partie déjà les espèces actuelles. Dans le grès vert et le gault anglais on a découvert aussi plusieurs espèces du genre Pinus. La localité la plus intéressante pour la flore crétacée inférieure se trouve au nord de la presqu'île de Noursoak au Grœnland, à 70°,33 lat. nord et 52° long. ouest ***. J'ai décrit 16 espèces de plantes qui en provenaient : 10 Fougères, 1 Cycadée, 4 Conifères et un morceau du tronc d'une Monocotylédone. Les Fougères appartiennent en grande partie au genre Gleichenia qui, de nos jours, se rencontre seulement dans les zones chaudes et subtropicales. Les Zamites (Z. arcticus) sont aussi un type du sud. Les Conifères donnent un Pin, un Sapin, un Sequoia et un Widdringtonites. Le genre

* Dunker les a pris et représentés à tort pour les fruits du Carpolithes sertum (Pl. VII, fig 3). Ils appartiennent très-probablement à l'Equisetum Burchardi Dkr.

** Voy. Schenk, die fossilen Pflanzen der Wernsdorfer Schichten in den Nordkarpathen. Palæontographica, 1869.

*** Voy. ma flore fossile des pays polaires, I, p. 78.

Sequoia, qui commence dans la craie, joue un rôle important pendant l'époque tertiaire. L'espèce crétacée S. Reichenbachi Gein. sp. a des rameaux couverts de feuilles et des cônes d'un ovale allongé avec des écailles peltiformes; ce Sequoia se rapproche beaucoup du fameux arbre du Mammouth de la Californie (Seq. gigantea). Il apparaît déjà dans les couches de Wernsdorf, mais il est surtout très-répandu dans la craie supérieure et très-caractéristique de cette formation.

Dans la craie supérieure les Fougères et les Gymnospermes occupaient encore une place importante. Les premières ont généralement des formes gracieuses; nous observons les fines Gleichenies, Adianthes, et des Lygodies grimpantes; mais à côté de beaucoup d'autres qui sont caractéristiques de cette époque, il y avait aussi de forts grands types, par exemple: la Weichselia Ludovicæ Stiehl., dont les longues frondes étaient garnies de pinnes et de pinnules. Les Cycadées ne manquaient pas non plus parmi les Gymnospermes; mais elles devenaient très-rares et avaient complétement disparu à Aix-la-Chapelle; en revanche les Conifères s'étaient considérablement multipliés.

Nous rencontrons presque partout des espèces de Pins et de Sapins, des Cuninghamiens, des Araucarieus, des Damara, des Sequoia (S. Reichenbachi et S. fastigiata).

Les Fougères et les Gymnospermes sont accompagnés d'une espèce de Palmier à feuilles plus ou moins découpées en éventail: Flabellaria longirachis Ung., et d'un Pandanus. Dans ses étages supérieurs la flore crétacée diffère de celle des époques antérieures par l'apparition de nombreux arbres à feuillage de la classe des Dicotylédones, introduisant avec eux toute une série de nouveaux types; on dirait même une nouvelle conception fondamentale du règne végétal; cette classe, qui constitue environ les $^3/_4$ de la flore actuelle, manquait complétement aux périodes précédentes, on n'en a du moins observé jusqu'ici aucune espèce incontestable.

Ce n'est qu'au-dessus du gault et dans l'étage cénomanien que nous découvrons les premières Dicotylédones. Nous les y avons signalées à

Moletein en Moravie *. Elles représentent les $^2/_3$ des végétaux qui nous sont parvenus dans le grès dur de cette localité et appartiennent à 8 familles. La plupart sont apétales (Ficus, Juglans, Daphnophyllum, Credneria). Les polypétales ne manquent pas non plus, et il est très-remarquable qu'outre les Araliacées, les Myrtes et les Magnolia mêmes donnent quelques représentants. Deux Magnolia se distinguent par leurs belles feuilles coriaces (M. speciosa et M. amplifolia). On peut les comparer, pour la forme de la feuille et du fruit, au Magnolia grandiflora. La Credneria macrophylla Hr. avait des feuilles encore plus grandes. C'est un genre dont on a observé de nombreuses espèces à Blankenburg dans le Harz et qui a quelques rapports avec le genre Coccoloba. On le rencontre aussi dans les marnes crétacées du sénonien de Quedlinburg, dont je connais déjà 10 Dicotylédones**. Parmi ces espèces, on peut citer un Saule, deux Myrica, un Sumach (Rhus), une feuille de Myrte et quelques formes qui pourraient appartenir à des Proteacées.

On n'a pas encore étudié les Dicotylédones de la riche flore du crétacé supérieur (sénonien) d'Aix-la-Chapelle. Le Dr Debey y a trouvé environ 200 espèces parmi lesquelles les Proteacées occupent probablement une place très-importante. Les récentes découvertes de l'expédition suédoise dans le Grœnland septentrional, prouvent que les Dicotylédones sont répandues non-seulement dans le crétacé supérieur de l'Europe, mais encore dans celui de l'extrême Nord.

Parmi les nombreuses plantes que Nordenskiöld et ses compagnons ont recueillies dans la formation crétacée de la partie nord de la presqu'île de Noursoak, on trouve seulement quelques traces de Dicotylédones. Cette flore est celle des couches de Wernsdorf qui appartiennent à l'urgonien; mais, dans la région méridionale de Noursoak, Nordenskiöld a découvert une flore tout à fait différente, et qu'il faut ranger dans le crétacé supérieur. Nous y voyons des arbres feuillus à côté de nombreuses

* Voy. ma Flore fossile de Moletein. Denkschriften der Schweiz. naturforsch. Gesellsch. 1869.

** Voy. mes suppléments à la Flore crétacée, II. Denkschriften d. S. n. G. 1871.

Fougères de Conifères et de Cycadées. Ce sont des Peupliers, des Ficus, des Myrica, des Myrtophylles, des Magnolia, etc. Il ressort de cette importante découverte que la présence de Dicotylédones dans le crétacé supérieur (au-dessus du gault) n'est point spéciale à l'Europe, mais que cet ordre existait également sous la zone arctique. Il a dû se produire par conséquent une grande transformation dans la flore de l'hémisphère septentrional au commencement du crétacé supérieur.

Si nous utilisons les diverses découvertes qu'on a faites dernièrement pour reconstruire la flore crétacée de notre pays, nous y observerons la succession suivante.

Pendant le crétacé inférieur (néocomien et urgonien), les forêts étaient formées de Cycadées et de Conifères, parmi lesquels apparurent des Pins et des Sapins. A l'ombre des bois croissaient de nombreuses Fougères, la plupart avec les formes tropicales des Gleichenaciées et des Marattiacées.

Lorsque le seewerkalk se déposa, la flore avait pris un tout autre caractère par l'apparition des arbres feuillus. Il y avait bien encore quelques Cycadées, et les Conifères possédaient encore quelques espèces proches parentes des précédentes, mais les Peupliers, les Saules, les Noyers, les Myricées, les Lauriers, les Figuiers, les beaux Magnolia et les Myrtes annoncent tout un monde nouveau de végétaux qui, apparaissant pour la première fois à cette époque, atteignirent dans la période suivante leur plein développement.

CHAPITRE VI

LES ARDOISIÈRES GLARONNAISES ET LA FORMATION ÉOCÈNE EN SUISSE

Caractères des montagnes fournissant les ardoises. — Ardoisières de Matt. — Extraction et exploitation des schistes; leur utilité technique. — Historique de ces carrières. — Présence de schistes semblables dans d'autres parties de la Suisse. — Pétrification des schistes de Matt. — Recherches sur leur nature et leur conservation. — Tableau des principales formes d'animaux qu'on y rencontre. — Poissons, Tortues et Oiseaux. — Caractère de la faune ichthyologique de Matt. — Coup d'œil sur le climat de cette époque. — Age géologique de la faune. — Le flysch et son area en Suisse. — Grès de Tavigliana. — Schistes à Fucoïdes. — Flore marine du flysch. — Parallèle avec celle des autres formations. — Montagnes nummulitiques. — Mollusques, Polythalamiens, Oursins du Haut-Sihlthal; Crabes. — Ces animaux sont infra-tertiaires (éocènes) et prouvent que la formation nummulitique appartient à cette période de la terre. — Pendant cette époque le Jura était terre ferme. — Lo bohnerz. — La faune; Reptiles, Mammifères, Pachydermes, Ruminants, Rongeurs, Singes. — La flore du continent. — Récapitulation.

Si l'on arrive à Wesen par le chemin de fer qui relie Zurich à Coire, on rencontre à droite une vallée peu étendue, il est vrai, mais qui possède dans un espace restreint un ensemble grandiose de montagnes. En y pénétrant, le regard est attiré par le fond verdoyant de la vallée couverte de champs cultivés et de grasses prairies, et animée par de grands villages qui presque tous ont un cachet industriel et une apparence aisée. Le voyageur ne peut refuser sa sympathie au peuple de cette contrée qui, par son énergie, a su se créer sur un si petit théâtre des ressources aussi

abondantes que variées. L'imposante majesté des montagnes encadre merveilleusement ce tableau de travail et de richesse.

De cette vallée profondément encaissée s'élèvent d'énormes masses rocheuses qui surprennent autant par leurs formes que par leur prodigieuse hauteur. Aucune pente douce ne prépare le regard qui doit suivre verticalement jusqu'aux nues les hautes parois à pic.

Ce n'est point ici qu'il faut chercher les chaînes de collines s'élevant graduellement et servant de piédestal aux colosses voisins; mais si la grâce est refusée à ce paysage alpestre, rien n'est plus majestueux, plus sublime que ces gigantesques pyramides s'élançant fièrement vers le ciel.

A Schwanden, la vallée principale se bifurque en deux vallées secondaires, longues et alpestres. Celle de l'est, Sernfthal ou Petite vallée, doit son nom au ruisseau le Sernf. Celle qui se dirige vers l'ouest est arrosée par la Linth qui y prend sa source. Elle est appelée Linththal ou Grande vallée. Si nous remontons cette dernière, elle nous conduit par une pente douce au village de Linththal situé dans une région couverte de champs et de prairies. Une heure plus loin on arrive au Thierfehd; là les montagnes abruptes sont si rapprochées que la Linth coule dans une étroite gorge de rochers.

Les montagnes calcaires qui forment le côté gauche et le fond de la Linththal : le Glärnisch moyen, le Bächistock, le Selbsanft et le puissant Tödi, ont le même aspect que celles de la vallée principale dont nous avons parlé. Mais la Sernfthal, qui suit par une courbe ou demi-lune le pied du Freiberg, a un tout autre caractère. L'entrée de la vallée a déjà une physionomie spéciale; à partir de là, et sur une longueur de $^{3}/_{4}$ de lieue le Sernf doit se frayer un passage dans une gorge profonde. Près d'Engi seulement les flancs de la vallée s'écartent et laissent un couloir montueux et accidenté. Nous sommes dans la commune de Matt, à laquelle appartient le village d'Engi; cette localité est située à 800 pieds au-dessus de Schwanden.

Tout autour de nous, comme dans la partie inférieure de la vallée et

dans la Linththal s'élèvent de hauts sommets, mais ils ont un cachet différent. Ce ne sont plus les imposantes pyramides du Glärnisch antérieur et du Selbsanft; on ne voit plus de parois à pic; les montagnes descendent en pentes douces, les crêtes et les pics eux-mêmes sont en voie de désagrégation. De nombreux couloirs, profonds et encaissés, descendent des hauteurs; c'est par là que, pendant les orages, les eaux se précipitent, entraînant avec elles d'énormes masses de limon et de débris. Ces torrents destructeurs jettent presque tous les ans la terreur et la désolation parmi les habitants de la vallée.

Les amas considérables de débris déposés à l'entrée des vallées latérales attestent que depuis des milliers d'années les mêmes faits se reproduisent. La roche se délitant facilement rend le sol fertile, et l'on rencontre de superbes forêts jusqu'aux régions alpestres. Le fond des vallées est revêtu de prairies luxuriantes, et d'excellents pâturages garnissent les pentes et les terrasses fort étendues du voisinage. Mais dans les régions supérieures, la végétation étant plus chétive ne peut lutter contre la désagrégation constante des roches. La nature y est désolée, et de vastes étendues couvertes d'éboulis sont complétement désertes.

Tel est le caractère des montagnes d'où sont extraites les ardoises qu'on exporte au loin. Si, depuis le village d'Engi nous nous dirigeons du côté de Matt, nous entendrons sur la hauteur et des deux côtés de la vallée le bruit des marteaux; c'est là que se trouvent les ardoisières ou carrières à ardoise que nous allons étudier, car elles ont une grande importance scientifique et commerciale.

Montons dans la direction où se fait entendre le bruit des marteaux: au bout d'une demi-heure nous atteindrons la carrière dite « an der Eck » qui est à 2970 pieds au-dessus de la mer. Les ouvriers occupés à détacher les feuillets travaillent sur 30 ou 40 points différents, ce qui donne à la localité un aspect très-animé. Ici, les uns taillent dans la roche une profonde rigole pour en isoler une partie; là, d'autres introduisent des coins de fer entre les couches afin de les détacher; ailleurs, les feuillets sont enlevés, transportés et détaillés. Les plaquettes ont une certaine

épaisseur que leur a donnée la nature et d'après laquelle on les classe en vue des différents usages auxquels elles sont destinées. Les plus épaisses servent à daller des cuisines et des caves, celles qui le sont moins sont employées à la couverture des toits; les plus minces et les plus fines fourniront des dessus de tables et de fourneaux, ou encore des ardoises à écrire.

Ainsi que chacun a pu l'observer, les ardoises ont un côté rêche, à grain calcaire et siliceux; l'autre, plus tendre, est argileux. Dans les couches supérieures des deux carrières le côté lisse est dessous et le côté rêche dessus; mais dans les parties inférieures cette relation est renversée, le côté rêche se trouve dessous et le côté lisse dessus. Il a dû y avoir ici un renversement des couches, hypothèse que semblerait confirmer un plissement de la roche, visible à l'angle nord-ouest de la vieille carrière. Les feuillets ne se détachent facilement que dans les couches supérieures; c'est le contraire dans les parties inférieures où la face argileuse est au-dessus et qui ne sont pas exploitées. On remarque même dans les parties supérieures une grande différence entre les nouvelles carrières et les anciennes; dans ces dernières, l'exploitation devient plus difficile, et demande plus de temps et d'argent.

Les ardoises sont utilisées depuis les temps anciens. Plusieurs morceaux trouvés dans les ruines de Kloten prouvent qu'à l'époque helvético-romaine on les employait probablement soit comme revêtement des murailles, soit comme dallage.

Il est certain qu'au XVI[me] siècle les carrières d'Engi furent exploitées non-seulement par les habitants de la vallée, mais par des étrangers au canton, et que déjà dans les premières années du XVII[me] siècle on dut faire des lois pour mettre les propriétés voisines à l'abri de la chute des matériaux. Les ardoises destinées à écrire et les dessus de tables formèrent bientôt un important article de commerce qui s'écoulait non-seulement en Suisse et dans les pays environnants, mais qui fut même transporté par bateaux depuis Ziegelbrück jusqu'en Hollande. Toutes les années quelques embarcations spéciales étaient construites dans ce but;

on les chargeait d'ardoises, de bois de choix, et des différents produits des Alpes; ils descendaient la Limmat et le Rhin jusqu'à destination. Toutefois ce commerce cessa complétement à la fin du siècle dernier, et l'écoulement des ardoises diminua beaucoup. En 1823, l'exploitation reprit une nouvelle vie, grâce à la construction d'une route charrière dans cette vallée reculée et d'un abord difficile. L'industrie utilisa les ardoises rêches qui avaient jusqu'alors été rejetées; on commença également à remplacer les tuiles par l'ardoise, comme cela se pratique aujourd'hui dans quelques villes de la Suisse orientale. En 1844, le gouvernement cantonal prit en main l'administration des carrières, et réussit à relever le crédit de l'exploitation par la nomination d'inspecteurs assermentés qui devaient mettre au rebut toutes les ardoises imparfaites. Cette industrie occupait 200 ouvriers en 1846. En 1862, 104 personnes travaillaient dans la vieille carrière, qui produisit pendant cette année 697,771 tuiles, 29,500 ardoises à écrire, et 85,438 pieds carrés d'ardoises de toutes formes et de toutes grandeurs pour carrelage, fourneaux et tables. Le total des ventes fut de 78,531 francs.

Depuis 1856 on a ouvert sur le versant droit de la vallée une nouvelle carrière qui est exploitée par une société d'actionnaires et qui occupait dans ces dernières années de 50 à 60 ouvriers.

Les schistes ardoisés se rencontrent sur plusieurs points du Sernfthal, ainsi au-dessus de Matt, dans le Weid et au Geissstafel, où ils se distinguent par leur propriété molle; ces gisements sont exploités comme touches; on en trouve à l'Alp Bergli et près d'Elm. La Linththal possède aussi quelques gisements de ces schistes près de Betschwanden sur le côté droit de la vallée; ils ne sont probablement que la continuation des dépôts d'Engi. On observe la même formation, désignée sous le nom de *Flysch*, dans plusieurs localités du versant nord des Alpes et dans d'autres cantons; on exploite ces gisements à Pfäffers, à Mühlenen, au pied du Niesen et à Interlaken. Sur ces divers points, l'ardoise ne peut pas se diviser en feuillets réguliers comme celle du canton de Glaris; elle ne présente pas non plus un côté rêche et un côté doux.

Le Plattenberg à Matt est renommé en Suisse pour ses ardoises à écrire et ses tuiles; c'est une localité bien connue des naturalistes pour ses nombreuses pétrifications et qui jette un jour intéressant sur l'histoire primitive de notre pays. Jusqu'ici on n'y a rencontré, il est vrai, aucune trace de Mollusques, de Rayonnés ou de plantes, mais en revanche les Poissons y sont tellement abondants que ces ardoises sont considérées comme un des gisements les plus riches de la Suisse en Poissons fossiles.

Malgré les recherches attentives et soutenues des naturalistes, on n'y a trouvé aucune plante et aucun des animaux inférieurs que nous venons de nommer; certes, s'ils avaient vécu dans cette partie de la mer, on n'eût pas manqué d'en rencontrer dans l'immense quantité de feuillets que depuis si longtemps on extrait de ces carrières. La mer était probablement très-profonde en cet endroit, ce qui explique l'absence de Mollusques et d'Oursins. Le fond marin devait se composer d'un limon mou, tout à fait impropre à l'acclimatation des végétaux. L'état de conservation dans lequel les Poissons nous sont parvenus est aussi un indice de la grande profondeur de la mer. Leurs écailles manquent complétement; on n'en retrouve du moins aucune sur les ardoises de Matt. Cela tient à ce que la plupart n'en avaient pas, ou n'en avaient que de fort petites; plusieurs cependant, tels que les Harengs et les Éperlans en possédaient. On ne peut attribuer cette absence d'écailles à l'antiquité de l'époque pendant laquelle ces Poissons ont été ensevelis, car ceux de Schambelen (p. 94) les ont conservées, et ils étaient déjà enfermés dans la roche depuis des centaines de mille ans lorsque leurs congénères de Matt prenaient joyeusement leurs ébats dans la mer éocène. Ajoutons que le plumage des Oiseaux manque, et que chez les Tortues l'écaille des pieds a été détruite. Il faut donc attribuer ces désordres à une cause locale. La mer étant très-profonde en cet endroit, les Oiseaux, les Tortues et les Poissons morts commençaient par flotter à la surface; la décomposition survenant, faisait tomber petit à petit plumes et écailles, jusqu'à ce que les corps, entraînés graduellement au

fond de l'eau, s'enfonçassent dans la vase. Les Poissons à peau épaisse et coriace, revêtue de plaques solidement fixées et liées entre elles (Acanthosoma, Acanthopleurus) la conservèrent, tandis que celle des autres, plus molle et plus délicate, fut complétement détruite; aussi n'en retrouve-t-on plus que le squelette. Quoique ces squelettes soient fréquemment cassés par le milieu ou qu'il leur manque tantôt la tête, tantôt la queue, il nous en est parvenu cependant de nombreux exemplaires fort bien conservés; ce fait est d'autant plus curieux que les Poissons les plus communs de Matt (Palæorhynchum et Anenchelum) sont longs et minces, et que leurs squelettes auraient dû, semble-t-il, se rompre facilement. Même chez ceux qui ne sont pas complets, les fines côtes, les osselets délicats et les rayons des nageoires sont souvent dans leur position naturelle. On peut conclure de ce qui précède que les gisements qui les renferment ne se sont pas déposés près d'une côte ou dans un bas-fond, car les cadavres eussent été complétement brisés s'ils avaient dû rester exposés, dans le voisinage des rochers, à la marée et à la tempête jusqu'à ce que le travail de décomposition eût fait tomber les écailles. Je pense donc que, pour expliquer l'état de conservation des Poissons de Matt et en même temps l'absence d'Algues marines et d'animaux de la grève, il faut admettre une mer profonde à fond vaseux, où les dépôts ne se faisaient que très-lentement. Certainement la terre ferme ne devait pas être très-éloignée; les deux espèces d'Oiseaux de Matt en sont une preuve; mais on peut admettre sans peine qu'il y avait dans cet endroit un bras de mer très-profond s'avançant dans l'intérieur des terres et dont les côtes s'élevaient à pic. L'absence complète de cailloux roulés dans les ardoisières et le grain très-fin de la pierre ainsi que l'égalité dans l'épaisseur des couches, indiquent qu'aucun fleuve ou ruisseau ne traversait ces localités alpestres pour se jeter dans la mer, ou que du moins l'embouchure de ce cours d'eau en était éloignée.

Passons maintenant en revue les animaux eux-mêmes afin de connaître leur genre de vie par la comparaison avec leurs congénères actuels.

La faune se compose jusqu'ici de 57 espèces, à savoir : 53 Poissons, 2 Tortues et 2 Oiseaux. Il y a cependant parmi les Poissons 6 espèces et 4 genres douteux ; nous n'en tiendrons pas compte. Les 47 autres espèces appartiennent à 19 genres, dont 4 : Fistularia, Vomer, Osmerus et Clupea vivent encore ; les autres sont éteints. Cependant 8 de ces genres, avec 27 espèces, sont très-voisins de genres actuellement vivants, de sorte que la majeure partie de la faune ichthyologique de Matt a dans ses traits généraux une grande ressemblance avec les types actuels, quoique les $^4/_5$ des genres soient éteints et soient spéciaux à cette localité ; car, fait remarquable, on n'a pas encore pu les rencontrer ailleurs. Ces Poissons sont beaucoup plus rapprochés des Poissons actuels que de ceux de la mer jurassique. Dans celle-ci, les Ganoïdes donnent la plus grande partie des espèces. Cette classe avait déjà diminué pendant l'époque crétacée, et nous n'en possédons plus que quelques espèces. Mais avec la craie apparurent les Acanthopterygiens, qui fournissent à Matt les $^4/_5$ des espèces.

Agassiz a démontré le premier que pendant l'époque crétacée il y eut une grande transformation dans les types des Poissons, et qu'à l'époque de la formation des ardoisières de Matt, cette classe présentait des formes entièrement nouvelles qui ont persisté en partie jusqu'à nos jours. Aux Acanthopterygiens il faut encore ajouter les Malacopterygiens et les Plectognathi, qui manquent complétement aux faunes des époques précédentes.

La famille la plus riche des Acanthopterygiens est celle des Scomberoïdes (Scomber et Thynnus), dont deux autres genres (Palæorhynchum et Anenchelum), représentés par 15 espèces, donnent à Matt les empreintes de beaucoup les plus nombreuses. Ce sont des Poissons très-faciles à reconnaître ; leur corps est fort long, et en forme de ruban ; la peau était recouverte seulement d'une poussière argentée et n'avait pas de vraies écailles.

Chez l'Anenchelum (fig. 135) la tête, petite et rétrécie en avant, est munie de mâchoires armées de grandes et de petites dents. La colonne

Fig. 135.

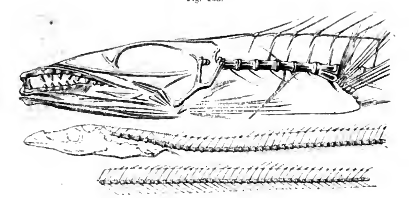


Fig. 136.

Fig 135. **Anenchelum glaronense**, partie antérieure. — Fig. 136. Exemplaire jeune : la partie postérieure et les nageoires caudales manquent.

épinière est longue et ordinairement formée de 110 à 112 vertèbres portant des côtes fines et dirigées en arrière ; à ces vertèbres sont joints les stylets des os inter-épineux qui supportent la nageoire dorsale et qui sont placés sur une ligne horizontale. Le côté dorsal, ainsi que le ventral, présentent donc chacun une ligne d'osselets. Les os inter-épineux du côté dorsal envoient à angle obtus une branche qui va rejoindre la queue et donne ainsi la ligne d'osselets sus-mentionnée. Ces Poissons étant étroits et très-longs, les deux lignes sont parallèles sur un certain parcours. La nageoire dorsale règne sur la ligne supérieure ; elle va de la tête à la queue et à une hauteur à peu près uniforme sur presque toute sa longueur ; les rayons ne sont un peu plus longs que sur la nuque et à l'extrémité caudale. A la partie ventrale nous trouvons une nageoire semblable, mais plus courte et plus étroite (nageoire anale) qui n'occupe que la partie postérieure de la queue. La nageoire ventrale est assez grande et possède de forts rayons. A l'extrémité de la queue, le corps est aminci et porte une nageoire caudale élargie et bifurquée. On connaît huit espèces à Matt, parmi lesquelles l'Anenche-

lum glaronense* (fig. 135, et un jeune exemplaire de notre collection, fig. 136) représente les formes les plus grêles et atteint 3 1/2 pieds de longueur. L'Anenchelum latum Ag. était encore plus grand; sa bouche énorme était armée de dents tranchantes. Ce genre n'est connu qu'à Matt, mais il se rapproche beaucoup du Lepidopus argyreus (Drapeau) qui se trouve dans la Méditerranée et le long des côtes d'Afrique jusqu'au Cap. La seule différence importante consiste dans le nombre restreint des petites dents du premier et dans la dimension plus grande de sa nageoire ventrale qui a les rayons plus allongés. Chez le Drapeau ces rayons sont très-petits et ont la forme d'écailles. Ce Poisson est remarquable par ses couleurs brillantes, et lorsqu'il parcourt l'eau avec rapidité, on dirait, à voir ses courbes gracieuses, une longue banderole d'argent; malheureusement, on ne connaît pas bien encore son mode de vivre et les localités où il fraie. En avril et mai il se rapproche isolément des côtes; d'après Cuvier, il doit vivre d'ordinaire dans les profondeurs moyennes de la mer. Les Palæorhynchum (fig. 137) sont encore plus remarquables que les Anenchelum; ils ont le même corps grêle et rubané, leurs mâchoires sont dépourvues de dents, mais la tête se termine par une sorte de bec qui leur donne un aspect très-particulier. Ils rappellent les Xiphias, et par le fait ils appartiennent à la même famille; mais ces derniers n'ont pas le corps grêle et aplati des Palæorhynchum.

Ainsi que chez les Anenchelum et les Lepidopus, nous trouvons sur le dos et le ventre des Palæorhynchum une ligne d'osselets disposés par paires et qui donnent naissance à deux branches divergentes se dirigeant vers l'intérieur.

* Blainville, qui a le premier décrit cette espèce, la nomme Anenchelum glarisianum, et Agassiz, l'imitant, a employé ce nom pour 3 espèces de différents genres.— En allemand on appelle le Glaronnais: Glarner et non pas Glariser, et les Poissons du pays Glarner Fische (Glaronensis) et non pas Glariser Fische, donc il faut corriger les noms d'espèces créés par Blainville et Agassiz. L'adjectif Glaronensis a été introduit il y a déjà 700 ans; Glaronensis se lit dans le plus ancien document qui traite de Glaris, an 1029; on trouve Villicus glaronensis dans un document de 1128.

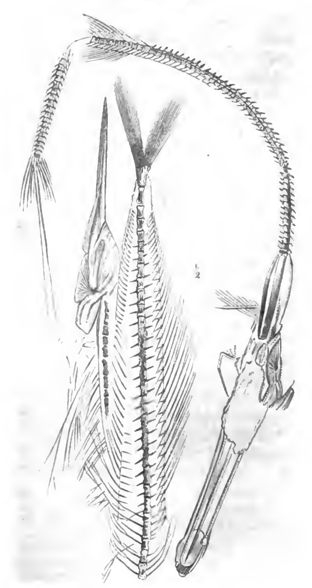


Fig. 137.
Palæorhynchum glaronense.

Fig. 138.
Fistularia Kœnigii Ag.

L'espèce la plus commune et la plus grêle est le Palæorhynchum glaronense que j'ai représenté (fig. 137) en demi-grandeur naturelle, d'après un exemplaire trouvé dernièrement à Matt. Le squelette est presque complet mais cassé par le milieu, et replié sur lui-même de telle sorte que la tête et la queue se touchent. L'espèce la plus grande est le P. longirostre Ag., qui atteint presque 3 pieds. Son bec mesure 8 pouces et se termine par une pointe très-fine ; la tête a 2 pouces. Le P. Egertoni Ag. lui ressemble beaucoup, mais son bec est plus court ; le P. medium Ag., qui a environ 2 pieds, se distingue par les rayons de ses nageoires dorsales, longs de 5 pouces. Le P. latum Ag. est le plus large du genre.

Les genres Anenchelum et Palæorhynchum sont les deux plus importants de Matt. On peut citer comme proches parents des précédents le Thyrsitocephalus et le Nemopteryx. Chez le N. crassus Ag., la bouche large est armée de grandes dents recourbées comme chez l'Anenchelum, mais le corps est plus ramassé et les rayons moyens de la nageoire dorsale sont fourchus. Les nageoires pectorales sont formées de rayons délicats et très-longs ; la nageoire caudale est arrondie, et ses rayons adhèrent aux 6 ou 7 dernières vertèbres caudales.

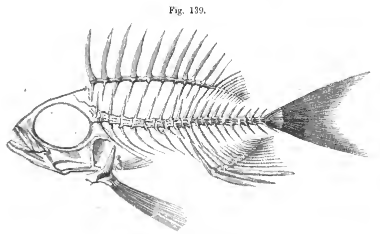
Chez les Thyrsitocephalus, la bouche largement développée est armée de dents, et la mâchoire inférieure est très-proéminente. Ce genre diffère des Anenchelum et des Lepidopus en ce que le corps est plus court et n'a pas la forme d'un ruban, mais ressemble à celui des Thyrsites, qui habitent les tropiques. On n'en connaît qu'une espèce : Th. alpinus v. Rath.; c'est un Poisson de 0^{m},20 environ, dont la tête se termine en pointe, et qui a de fortes nageoires dorsales.

Les Thyrsites forment la transition entre les Palæorhynchum, les Anenchelum et les autres Scomberoïdiens de Matt, qui ont un tout autre aspect. Ces derniers sont beaucoup plus courts, ovales, ou d'un ovale allongé ; leur bouche est fortement prononcée en avant, l'ouverture en est petite ; c'est le genre Vomer (V. priscus Ag.), caractérisé par de petites dents arrondies et un corps très-bombé au-dessus de la nageoire

pectorale ; il est représenté par des espèces analogues dans les mers des zones torrides et tempérées (du Brésil, de l'Amérique du Nord et de l'Inde). L'Isurus macrurus Ag. se distingue du genre précédent par une grosse tête et une nageoire caudale très-étroite à la base ; les Palimphyes (avec 5 espèces), genre voisin des Lichia, mais qui s'en écarte par ses nageoires pectorales plus fortes et par un plus grand nombre de vertèbres. Les Lichia se reconnaissent à leurs stylets dorsaux mobiles ; ils vivent dans la Méditerranée et sur les côtes africaines jusqu'au Cap.

Les Percoïdes forment une seconde famille des Acanthoptérygiens ; ainsi que les Scomberoïdiens, ils apparaissent avec la craie. A Matt, on a reconnu les genres : Acanus, Podocys et Pachygaster, tous trois éteints et spéciaux aux ardoisières de cette localité. Le genre Acanus a donné 6 espèces (voy. A. oblongus Ag. fig. 139). Ce sont des Poissons comprimés latéralement et dont la bouche est petite et ouverte obliquement ; leurs mâchoires sont armées de dents en forme de brosse. La région dorsale est entièrement occupée par une nageoire dont les rayons épineux antérieurs sont très-proéminents. C'est dans le genre Beryx que

Fig. 139.



Acanus oblongus. Ag.

l'on rencontre le plus de formes analogues à celles de la faune actuelle; il habite maintenant les mers tropicales et subtropicales. Ce sont de beaux Poissons à écailles argentées, roses et pourprées, avec d'énormes yeux couleur opale et une nageoire dorsale non divisée. Le Beryx splendens arrive au printemps (mars et avril) en grandes troupes le long des côtes de Madère, où l'on en prend un grand nombre. Il vit probablement à de grandes profondeurs et ne visite les côtes qu'au printemps.

Le Podocys minutus Ag. est un tout petit Poisson ovale. Quant aux Pachygaster, ils se reconnaissent à leur gros ventre dont la ligne arquée s'infléchit à partir de la tête.

La forme la plus extraordinaire des Acanthoptervgiens est sans contredit celle de la famille des Aulastomidiens. C'est à elle qu'appartient le remarquable Fistularia Kœnigii Ag. (fig. 138); sa tête est allongée en tuyau et occupe à peu près le tiers de la longueur totale du corps; elle se termine par une sorte de groin à l'extrémité duquel est placée la bouche. L'espèce de Matt atteignait une remarquable dimension (jusqu'à 3 pieds) et avait un corps mince et probablement cylindrique. Les espèces vivantes ont la même taille; deux d'entre elles habitent l'Amérique tropicale et une autre se trouve dans l'Océan Indien et le Pacifique jusqu'au Japon; du reste, toutes les espèces de cette famille ne s'éloignent pas des régions tropicales et subtropicales.

La quatrième famille du même groupe est celle des Gadoïdes, qui sont fort rares. On n'en a découvert que deux espèces dont l'une, le Palæogadus Troschelii v. Rath, peut être comparée au Cabillaud qui se rencontre en bancs innombrables dans les mers du Nord et des zones tempérées. Près de Terre-Neuve, il vit à une profondeur de 300 pieds environ et se tient ordinairement au fond même de la mer comme en général les Gadoïdes qui vivent, même de préférence, à de grandes profondeurs.

Matt fournit encore deux sous-ordres, celui des Malacopterygii et celui des Plectognathi. Les premiers donnent les familles des Salmonei et des Clupeaci. Le genre Osmerus (O. glaronensis) appartient aux Salmonei; il se reconnaît à sa double rangée de dents coniques et recourbées et

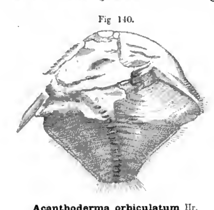
à sa nageoire caudale bifurquée. On peut le comparer à l'Osmerus Artedi Cuv. (Éperlan) qu'on prend en grand nombre à l'embouchure des fleuves européens.

On distingue trois espèces de Clupeaci (Harengs) dont la plus connue, Clupea brevis Ag., est un petit Poisson assez maigre. Les Clupeaci sont répandus actuellement dans toutes les mers et apparaissent par moments en bancs innombrables; leur pêche est une source de bénéfices considérables pour les populations riveraines. On croyait autrefois que les grands bancs de Harengs venaient de l'extrême nord, mais on a reconnu qu'il n'en est rien. Ces animaux vivent probablement dans les grandes profondeurs et ne viennent aux régions supérieures qu'à l'époque du frai. C'est ainsi qu'on a souvent attribué aux Poissons de grandes migrations horizontales, tandis que généralement elles ne sont que verticales.

Les formes que nous venons de décrire se rencontrent fréquemment encore dans les mers européennes. En revanche les Loricaria, appartenant au groupe des Plectognathi, ont des formes étranges qui manquent complétement dans les mers septentrionales et se voient seulement dans les régions tropicales et subtropicales; leur extrême limite est la Méditerranée. Matt en a fourni cinq espèces, dont deux spéciales à la localité, appartiennent à des genres éteints. L'une, l'Acanthoderma Ag. est très-semblable aux Balistes; l'autre, Acanthopleurus, au genre Triacanthus, auquel même on doit peut-être le réunir. On a découvert récemment à Matt une belle espèce d'Acanthoderma, représentée par la fig. 140. Sans la nageoire caudale, ce Poisson est long de 2 pouces environ et haut de 2 pouces 3 lignes; il est donc presque rond, tandis que dans les deux autres espèces, A. spinosum Ag. et A. ovale Ag., il est plus long que haut. La forme est celle d'un disque; la partie postérieure est cependant un peu rétrécie quoique la base de la nageoire caudale soit très-large. La nuque est munie d'une forte pointe qui, pendant la vie, pouvait probablement se redresser ou se coucher sur le dos. La ligne dorsale et la ventrale sont occupées par une étroite nageoire à

rayons très-délicats. La colonne épinière se compose de vertèbres larges et courtes d'où partent des côtes peu apparentes et très-fines. La peau de ce Poisson était coriace et recouverte de petites verrues pointues, serrées et arrangées avec ordre. Ce genre, par la forme générale du corps, par la petitesse de la bouche et par la nature de sa peau épaisse et verruqueuse, se rapproche beaucoup du genre Balistes dont il peut être regardé comme l'avant-coureur. Les Balistes habitent la Méditerranée, ainsi que l'Océan Indien et le Pacifique. On les rencontre dans les bas-fonds et dans la zone moyenne, mais ils doivent fréquenter aussi les zones inférieures de cette dernière mer.

Fig 140.

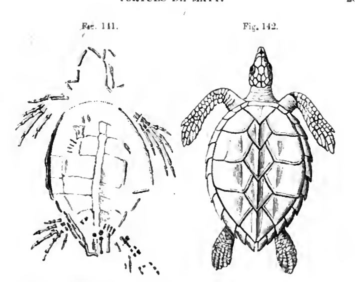


Acanthoderma orbiculatum Hr.
1/2 grandeur nat.
Appartient à la collection du canton de Glaris.

Les Acanthopleurus ont beaucoup de rapport avec les Acanthoderma, outre la pointe de la nuque, ils en ont une pectorale, ce qui leur donne de la ressemblance avec le genre Triacanthus, qui ne vit que dans les mers tropicales. On a trouvé à Matt deux espèces d'Acanthopleurus : l'A. serratus Ag. et l'A. brevis Eg.

Je citerai encore un très-grand Poisson qui a été découvert il y a quelques années à Matt, et qui fait partie de la collection du musée de Glaris. Malheureusement la tête et la queue manquent, ce qui rend la détermination difficile. La partie conservée de la colonne épinière a une longueur considérable, et cette espèce a dû avoir au moins la grandeur du Thon. C'est peut-être à cet animal qu'il faut rapporter une nageoire pectorale ou ventrale de 7 pouces de long sur 1 $^4/_5$ de large; mais en tout cas elle provenait d'un Poisson de forte taille.

Les deux Tortues de Matt appartiennent aux Tortues de mer et au



Chelonia ovata de Matt. $^1/_3$ gr. nat. **Chelonia imbricata** (Caret).

même genre qui fournit actuellement l'écaille. Nous avons dessiné (fig. 142, réduite) cette espèce pour la mettre en regard de la Chelonia ovata Hr. (fig. 141) trouvée à Matt. Cette dernière est, il est vrai, fort écrasée, cependant les contours de la carapace, en partie aussi les pièces du plastron et surtout les os des doigts sont très-reconnaissables. La carapace ovale, plus effilée en arrière qu'en avant, avait très-probablement une longueur de 4 pouces 2 lignes et une largeur de 2 pouces 9 $^1/_2$ lignes. Les plaques marginales ne se terminent pas en pointe comme chez l'espèce vivante, mais elles sont obtuses, de manière à former à leur point de jonction une sorte de crénelure peu saillante. La partie droite est un peu déplacée et brisée en arrière, le bord antérieur manque. Le pli médian du plastron est plus large que chez l'espèce actuelle, et les contours des cinq plaques qui le composent sont beaucoup plus rectilignes. Les restes de la tête sont presque méconnaissables; on distingue, semble-t-il, sur le côté gauche, le bord de la mâchoire supérieure terminée en bec et à droite une partie de l'inférieure. Les pieds

antérieurs sont beaucoup plus longs que les postérieurs; on y compte cinq longs doigts à phalanges déliées. La peau écailleuse qui entoure ces doigts chez l'espèce vivante a disparu. L'espèce fossile est beaucoup plus petite que la nôtre, car on connaît des exemplaires de cette dernière qui ont jusqu'à cinq pieds de long, 3 de large et un poids de plusieurs quintaux. Elle vit sous les zones torrides et chaudes et ne visite que rarement et exceptionnellement les climats tempérés. J'en ai vu beaucoup à Madère où le marché en est amplement pourvu. Elle vit de Zostères (herbes marines) et de Mollusques marins, et ne vient à terre que pour la ponte.

La seconde espèce de Matt est encore plus petite que la précédente, c'est la Chelonia Knorri Gray. Myr. La carapace n'a que 2 pouces 3 lignes $^1/_2$ de long et 2 pouces 6 lignes de large, et n'est pas effilée en arrière; elle se reconnaît à sa forme plus ramassée, proportionnellement plus large, et un peu arrondie en arrière.

Les deux Oiseaux de Matt sont très-incomplets, mais ils présentent un grand intérêt, car ce sont les plus anciens Oiseaux connus de notre pays. L'un, le Protornis Blumeri Hr. *, découvert il y a quelques années, est reproduit par la fig. 143. Le plumage manque totalement et les os sont pêle-mêle; cependant on peut reconnaître un pied d'oiseau à 4 doigts (f) avec les os délicats du pied (e) et du tibia (d), les os des ailes (b, c), et au-dessus, peut-être la mandibule inférieure (a). Les deux ailes sont placées côte à côte et on peut voir les deux forts os de l'avant-bras (1 pouce, 2 $^3/_{10}$ lignes de longueur) ainsi que les os du métacarpe. Le tibia est très-mince et n'a que 8 $^1/_2$ lignes, mais le tarse a seulement 6 $^4/_5$ lignes, et les doigts, dont 3 sont à peu près de la même longueur, ont 5 $^1/_2$ lignes; le quatrième est un peu plus court.

* J'ai dédié cette espèce à la mémoire du juge Blumer, de Glaris (grand-père de M. Blumer, député au Conseil des États). Il avait rassemblé une collection d'histoire naturelle qui fut donnée plus tard à l'École secondaire. Je désire acquitter envers lui une dette de reconnaissance, car il m'a donné le premier livre d'histoire naturelle que j'aie eu entre les mains.

Fig. 143.



Protornis Blumeri Hr.
a. bec?
b, c. os des ailes.
d. tibia.
e. pieds.
f. doigts.

La seconde espèce : Protornis glaronensis Myr. est assez semblable à la précédente, mais elle est plus petite et a des ailes, des doigts et le tibia considérablement plus courts, tandis que les os des pieds sont de la même grandeur. Cependant un des doigts du pied est beaucoup plus court que les autres et tourné en arrière. Cet Oiseau avait à peu près la grosseur d'une Alouette, et semble devoir appartenir à la classe des Fringilles.

Si nous jetons maintenant un coup d'œil d'ensemble sur cette faune telle que nous l'ont conservée les ardoisières de Matt, nous n'y verrons que deux animaux terrestres, les deux Oiseaux dont nous venons de parler, tandis que tous les autres sont marins. Les Tortues vivent exclusivement dans l'eau salée, et ne visitent que rarement les côtes, sans habiter toutefois les grandes profondeurs. Parmi les Poissons, l'Éperlan (Osmerus eperlanus, voisin du Salmo trutta) se tient, il est vrai, dans les zones supérieures ; mais peut-être était-il venu par hasard de l'embouchure de quelque rivière, ce qui en expliquerait la rareté. Les Acanthopleurus et les Acanthoderma, ainsi que les Balistes actuels, ont également vécu dans les régions supérieures de la mer, mais tous les autres Poissons, autant du moins qu'on peut le conclure par la comparaison avec les espèces vivantes, telles que les Harengs, les Morues, les Acanus et Anenchelum, ont très-probablement habité les grandes profondeurs, et ne visitaient que momentanément les régions supérieures. La faune ichthyologique de Matt nous confirme donc dans l'hypothèse

émise plus haut d'une mer très-profonde. Nous ajouterons que la plupart des espèces analogues qui vivent dans les zones inférieures, habitent cependant dans le voisinage du continent, ainsi les Morues, et probablement aussi les Harengs, les Beryx et les Drapeaux, et que tel était probablement le cas pour les Poissons de Matt.

Quant au climat, la faune nous révèle une zone assez chaude. Il est vrai que nous avons rencontré des formes qui rappellent les zones tempérées, ainsi les Harengs, les Éperlans et les Morues; mais la plupart des analogues des Lepidopus, des Balistes, des Xiphia et des Lichia ne se rencontrent pas dans le nord et dans la Méditerranée; d'autre part ils s'avancent jusque sous les tropiques. Nous trouvons aussi quelques formes qui de nos jours sont limitées aux zones torrides et subtropicales, ainsi: les Fistularia, les Triacanthus et les Thyrsites. Les Tortues donnent également à la faune un caractère méridional; les Oiseaux semblent appartenir à un groupe actuellement répandu sur toute la terre.

Jusqu'à présent, Matt excepté, les ardoisières d'Attinghausen (canton d'Uri) ont seules en Suisse donné quelques débris de Poissons; ceux-ci appartiennent à 4 espèces, parmi lesquelles on reconnaît les genres Anenchelum et Palimphyes.

Si nous passons en revue les gisements fossiles étrangers à la Suisse, nous verrons avec surprise qu'aucune espèce dont l'âge géologique soit bien déterminé*, n'est identique avec celles de Matt. Cette faune est

* Au pied sud du Hochberg, près de Traunstein, on a découvert un Palæorhynchum gigas dans un grès fortement micacé, mais dont les rapports de stratification sont difficiles à démêler. D'après Emmerich, cette roche appartiendrait à l'éocène le plus ancien (Voyez Zeitschrift der deutschen Geolog. Gesellschaft, 1860, p. 375). En Alsace, dans une formation marine, on a trouvé un Palæorhynchum latum, ainsi qu'un Ampisyle Heinchii Heck, la Meletta crenata Heck? Lamna contortidens Ag., Oxyrhina hastalis Ag., des feuilles de l'Eucalyptus oceanica, du Sabal oxyrachis, du Zonarites multifidus Brgn. sp., du Ceramites Kœchlini Hr. (Voyez Delbos et S. Kœchlin-Schlumberger, Description géologique du départ. du Haut-Rhin, II, p. 69 et 512, et Sitzungsberichte der Wiener Academie, 1862, p. 492). D'après ces restes organiques, les couches à Poissons de l'Alsace semblent appartenir au

donc jusqu'ici un fait isolé. Les Tortues, il est vrai, ressemblent à quelques espèces anglaises dont une, la Chelonia Benstedi Owen, a été trouvée dans la craie du Kent, et l'autre, Ch. obovata Owen, dans le purbeck; mais elles s'en écartent à plusieurs égards, ainsi que des espèces de l'époque tertiaire. Les Poissons sont très-différents de ceux de la période jurassique; ils se rapprochent davantage par les Harengs de ceux de la craie, dont ils s'écartent cependant non-seulement par les espèces, mais par la plupart des genres. Les Poissons marins des formations crétacées, même les plus récentes de Westphalie (Baumberg et Sendenhorst), diffèrent complétement par les espèces et les genres de ceux de Matt. La parenté la plus rapprochée qu'il soit possible de leur assigner serait, avec les Poissons du Monte Bolca près de Vérone; ce gisement est célèbre par les plantes et les animaux fossiles qu'il renferme. Là aussi on rencontre les remarquables Fistularia; les Harengs et les Scomberoïdiens y sont nombreux (28 espèces), et si les Palæorhynchum et les Anenchelum manquent, on y découvre le genre Xiphopterus Ag. qui est très-voisin de ces derniers. Agassiz a compté au Monte Bolca 127 espèces de Poissons * qui se répartissent en 77 genres. Sur ce nombre, 39 sont encore vivants et 39 sont éteints. Ici donc nous voyons que la moitié des genres a disparu, tandis qu'à Matt les quatre cinquièmes n'existent plus; il faut cependant tenir compte du fait que huit des genres éteints de Matt sont très-voisins de genres vivants, et que les caractères de quelques autres reposent peut-être sur des bases trop subtiles. Toujours est-il que la faune ichthyologique de Matt s'écarte beaucoup de celle du Monte Bolca et renferme plus de types

tongrien. Peut-être faut-il rapporter les schistes à Poissons de Matt à cette formation qui, d'après les uns, fait partie de l'étage supérieur de l'éocène, et d'après les autres du miocène inférieur.

* Voy. Agassiz, Recherches sur les Poissons fossiles IV, p. 37. Des recherches postérieures à la publication de cet ouvrage ont fait découvrir quelques nouveaux genres et démontré que d'autres qu'on avait crus éteints sont encore vivants (Gastronemus et Pterygocephalus); mais cela n'a pas modifié considérablement l'état des choses.

éteints étrangers à la faune actuelle. Le manque complet d'espèces concordantes entre ces deux gisements peut s'expliquer, du moins en partie, par le fait que leurs faunes ont vécu dans deux mers séparées; celle du Monte Bolca appartient à la mer qui couvrait autrefois tout le bassin actuel du Pô et était en communication avec la Méditerranée, et celle de Matt à un bras de mer relativement étroit qui occupait l'Europe moyenne. Puis, Matt présente une faune de Poissons qui vivaient à de grandes profondeurs, tandis que celle du Monte Bolca se compose d'animaux vivant dans le voisinage des côtes et dans les zones supérieures de la mer. On a trouvé dans le calcaire grossier de Paris et dans l'île Scheppey * des Poissons semblables au Palæorhynchum de Matt et une faune ichthyologique à peu près semblable à celle de cette localité, mais beaucoup plus pauvre en espèces dans quelques gisements tertiaires de Galicie, de Moravie et près d'Ofen. A côté des Harengs, on y rencontre le genre Lepidopides Heck, qui est très-voisin des Anenchelum. Le genre Palæorhynchum a été découvert récemment à Traunstein en Bavière et en Alsace; ces gisements, ainsi que ceux du Monte Bolca, appartiennent à l'époque tertiaire. Les pétrifications de Matt appuient fortement l'hypothèse qui veut que les ardoises se soient déposées pendant l'époque tertiaire et qu'on doit les rapporter à cette époque; cependant il n'a pas encore été possible d'en déterminer exactement l'étage. La stratification aurait pu nous venir en aide, mais malheureusement, ainsi que nous aurons l'occasion de le voir plus loin, elle est tellement embrouillée à Matt, qu'avec l'état actuel de nos connaissances il n'est pas permis de conclure.

Sur les deux flancs de la vallée, les ardoisières sont entourées d'un grès couleur gris-noir ou jaunâtre à grain fin sur la face de stratification

* Les Poissons éocènes de l'île Scheppey n'ont pas encore été étudiés avec le soin nécessaire. Les Cœlorhynchus et Tetrapterus que l'on y rencontre forment un trait d'union avec la faune de Matt, il en est de même pour le genre Hemirhynchus Ag. spécial au calcaire grossier de Paris et qui est si voisin du Palæorhynchum qu'il n'en diffère que par les mâchoires inférieures qui sont un peu plus courtes.

duquel on distingue des feuillets de mica argenté. Ces grès sont très-épais par places, mais ne renferment aucune pétrification. Depuis Engi jusqu'à l'extrémité du Sernfthal, le sol de la vallée est composé de ce grès et de roches schistées de couleur foncée. On peut voir la même formation jusqu'à une hauteur considérable dans les montagnes qui dominent la vallée. Sur certains points, ce grès se transforme en une masse vert foncé avec des taches rondes vert clair ou gris-verdâtre entremêlées de points blancs de craie provenant de feldspath et de laumonite. On a donné à ces grès verts semés de points blancs, le nom de grès de Tavigliana *, parce qu'ils présentent un grand développement sur l'alpe Tavigliana aux Diablerets (Taveillannaz). Dans le canton de Glaris, au Fuhrbachtobel, ils ont environ 500 pieds d'épaisseur et alternent en bancs réguliers avec des schistes d'un noir brillant. On les rencontre également au fond de la sauvage vallée de Durnach et au Hausstock. Ces roches ont une grande ressemblance avec le trapp de Viceuce, et, comme celui-ci, doivent probablement leur origine à des éruptions volcaniques sous-marines. Nous avons vu qu'un continent séparait notre mer de celle de la Haute-Italie ; ces dépôts n'ont par conséquent pu venir de cette localité, mais ils durent sortir du sein de la terre. Les matières dont ils sont composés ont pu se répandre dans plusieurs directions, et il est facile de comprendre qu'elles alternent par places avec les dépôts marins ou se mêlent même avec eux.

Les calcaires qui çà et là se trouvent mêlés aux ardoises et au grès, sont d'un grand intérêt. Ils ont une couleur gris foncé et sont disposés en minces feuillets dont la surface prend une couleur gris clair sous l'influence de l'air. Ils renferment par places de grandes quantités de plantes marines (Fucoïdes), et ont reçu de là le nom de schistes à Fu-

* On a découvert récemment dans le grès de Tavigliana, à la Dallenfluh, près de Sigriswyl, quelques restes de plantes, mais ils sont trop mal conservés pour qu'il soit possible de les déterminer exactement. Ce sont des débris de plantes terrestres parmi lesquelles on distingue une Equisetum et des rameaux de Conifères qui semblent avoir appartenu au Sequoia Sternbergi.

coïdes. On les rencontre dans le Sernfthal, au col de Panix près de Seeli, sur l'alpe Ramin à l'est d'Elm, sur la Tschingelalp (dans les parois) et au nord de Martinsloch. Toutefois dans les environs immédiats des ardoisières de Matt et même dans les carrières, on n'a cependant trouvé jusqu'ici aucune plante marine, de sorte qu'on ne peut encore fixer les rapports qui existent entre la faune de Matt et cette flore marine.

Si nous cherchons à nous représenter l'aspect de notre pays à cette époque reculée, nous devons en premier lieu étudier soit la distribution des schistes à Fucoïdes, soit l'ensemble des roches dont nous avons parlé dans ce chapitre.

La collection des roches que l'on a réunies sous le nom de flysch * se rencontre, en y pénétrant quelquefois fort avant, sur toute la lisière nord de nos Alpes, depuis la Savoie jusqu'au Vorarlberg et dans les Alpes bavaroises. Partout le flysch a le caractère que nous lui avons reconnu dans le Sernfthal; partout les montagnes ont des formes plus douces que celles du calcaire; leurs crêtes et leurs sommets ne sont ni si aigus ni si anguleux; leurs pentes et leurs terrasses sont recouvertes d'un riche tapis de fleurs, mais sont exposées aux incursions dévastatrices des torrents. Ces localités possèdent donc un sol fertile, mais sont soumises à tous les accidents des régions montagneuses. Le flysch forme un étroit ruban qui suit partout la zone crétacée, ainsi qu'on peut le voir sur la carte géologique. Ce ruban entoure la chaîne calcaire du Moléson, et occupe une large bande depuis les Ormonts jusqu'au lac de Thoune, où il acquiert sa plus grande épaisseur et son plus grand développement. Depuis le Sépey jusqu'à Mühlenen, sur la Kander, la

* Dans le Simmenthal, on nomme Flysch ou Flys (dérivant de fliessen, flissen, couler) des schistes marneux arénacés qui se délitent facilement, et qui renferment des Fucoïdes (Chondrites intricatus). Studer a employé ce mot pour désigner toutes les roches de même nature appartenant à diverses formations, tandis qu'Escher de la Linth l'a appliqué seulement aux couches qui recouvrent immédiatement la formation nummulitique.

même formation, longue de 11 lieues suisses et large de 3, se rencontre avec une épaisseur çà et là de 5000 pieds. La chaîne du Niesen en est entièrement composée. Depuis le lac de Thoune au Ralligstock au-dessus de Merligen, jusqu'à Sarnen, dans le canton d'Unterwald, on peut voir une bande de cette roche qui a sa plus grande largeur dans l'Obwald. Elle disparaît au lac des Quatre-Cantons, mais reparaît dans le canton de Schwytz et continue à travers le Sihlthal et le Wäggithal vers les frontières nord du canton de Glaris et le lac de Wallenstadt. Là elle se divise en deux bras qui entourent la chaîne du Sentis; le bras nord est très-étroit et forme la limite entre le calcaire et la mollasse; mais le bras sud part des environs du Leistkamm et va jusqu'au Vorarlberg en passant par St-Johann, Wildhaus et le Rheinthal inférieur. Ainsi que la formation crétacée, le flysch entre profondément dans les Alpes sur le territoire du Rhin supérieur; presque tout le Prättigau en est rempli, et les fertiles campagnes, riches en fruits et en vin, qui se voient de Mayenfeld à Coire, reposent sur le flysch. La profonde coupure qui conduit de Ragatz à Pfäfers laisse voir la couleur foncée de cette roche, ses parois à pic déchirées et rongées par les eaux, qui l'ont minée en plusieurs endroits. Le flysch a le même caractère dans le Weisstannenthal; on peut le suivre de là jusqu'au Sernfthal d'où nous sommes partis. Par le Freiberg il va à la Linththal, et par le Klausen dans le Schächenthal pour continuer jusqu'à Altdorf dans le canton d'Uri. Il forme aussi, au sud des montagnes calcaires et de sernifit, une bande qui tantôt s'élargit et tantôt se rétrécit.

Le flysch joue donc en Suisse un rôle important dans la formation de nos montagnes, à laquelle il a pris une grande part. Il occupe une place considérable dans le pays alpin et dans plusieurs vallées; il s'élève jusqu'aux sommets inaccessibles et atteint souvent une épaisseur de plusieurs milliers de mètres. Partout où il se rencontre il est composé des mêmes espèces de roches : schistes gris-noir se délitant facilement, grès de couleur foncée à grain fin parsemé de petits feuillets micacés; çà et là des grès analogues à ceux de Taviglianа, tuffeux et vert clair,

et sur quelques points, des schistes à Fucoïdes. Tandis que les grès de Tavigliana sont probablement de formation volcanique, les schistes, les grès et les calcaires doivent sans aucun doute leur origine à l'eau. Les grès à grain fin sont quelquefois remplacés par un conglomérat dans lequel on rencontre des cailloux roulés dont la grosseur varie de la noix au poing (ainsi à Saane près Moulins) et qui souvent renferment des pétrifications de formation plus ancienne (par exemple : à la Dent du Midi, à la Molire et aux Voirons) *. Il est probable que les localités dans lesquelles le grès a cette apparence, représentent l'emplacement où des rivières et des ruisseaux se jetaient dans la mer en y amenant des cailloux roulés; mais ce qui reste encore inexpliqué, c'est la présence dans le flysch suisse d'énormes blocs de granit; on peut en voir de semblables dans les grès de Sépey (canton de Vaud), à l'Habkerenthal dans l'Oberland bernois et dans le fond du Sihlthal. A Sépey, les blocs se composent de gneiss, de protogine, de talc, et alternent par bancs énormes avec le flysch; dans l'Habkerenthal, les blocs de granit ont plusieurs toises de diamètre, et M. le professeur Studer estime que l'un d'eux peut avoir 500 pieds cubes. Leurs angles sont arrondis, et plusieurs même sont presque sphériques. Au Traubach et au Lambachgraben sur le versant nord du Bohleck, ils sont engagés dans le flysch; mais au fond et sur les flancs de l'Habkerenthal, ils sont libres et peuvent par conséquent être facilement pris pour des blocs erratiques, n'était qu'ils sont roulés et formés d'un granit étranger à nos Alpes. A Yberg, dans le Sihlthal, à côté des blocs de granit, on en rencontre aussi du lias et du jura brun, qui sont si grands et si bien réunis ensemble par un ciment de flysch qu'on pourrait croire qu'ils font partie de la montagne même, si la différence de la roche et l'abondance des pétrifications qu'ils renferment ne démontraient le contraire. La même formation se voit aussi

* Il faut probablement appliquer la même origine aux Belemnites que l'on a trouvées dans le flysch de Sépey et du Gurnigel. Les Belemnites, étant dures et se détachant facilement de la pierre, ont pu être entraînées dans des formations plus récentes.

dans la commune de Grabs; là des granits étrangers aux Alpes et du gabro, sont mêlés à des roches liasiques, oolithiques et oxfordiennes. La présence dans le flysch de ces blocs qui lui sont étrangers est d'autant plus remarquable qu'on l'observe aussi dans d'autres pays; on en a signalé à Bolgen en Bavière et à la base nord des Apennins dans l'Italie septentrionale. Ces granits ont une analogie minéralogique complète avec ceux qu'on a trouvés dans la vallée d'Habkeren. Dans toutes ces localités, les blocs de granit ne proviennent pas des montagnes voisines, et leur origine est encore inconnue.

Nous verrons plus loin qu'à une certaine époque, notre pays a été parsemé de roches alpines dont le transport eut lieu par les glaciers qui alors couvraient une partie de la Suisse; les glaciers fourniraient ainsi une explication satisfaisante; mais nous n'osons pas appliquer à ces roches ce moyen de transport.

Il est vraiment remarquable de voir qu'à l'exception des schistes ardoisés et de ceux à Fucoïdes, les pétrifications manquent dans tous les dépôts du flysch, ce qui nous donne à penser qu'alors toute vie organique avait disparu de ces localités. Cependant, s'il en avait été réellement ainsi, et que cette pénurie eût été l'effet d'un envahissement du pays par les glaciers, ce phénomène se serait produit aussi ailleurs, ce dont nous n'avons aucun indice certain. Toujours est-il que la pauvreté ou plutôt le manque absolu de tout reste organique dans le flysch (si nous en exceptons les schistes ardoisés et à Fucoïdes) est un des faits les plus étonnants et les plus inexplicables dans l'histoire du développement de notre pays. — Cette absence de pétrifications est la cause de la difficulté que l'on éprouve à préciser l'époque pendant laquelle le flysch s'est formé. La faune ichthyologique de Matt a donc une grande importance géologique; c'est pourquoi nous l'avons consultée dès l'abord. Elle nous révèle que les schistes qui la renferment sont plus jeunes que le jura et la craie; mais elle ne nous permet pas de déterminer exactement l'étage tertiaire auquel il faut les attribuer. Malheureusement les plantes marines des schistes calcaires (à Fucoïdes) ne nous en disent

pas plus que les Poissons, ainsi qu'un examen plus approfondi nous le démontrera.

Les gisements de plantes marines sont répandus dans presque tout le flysch de la Suisse * et des pays environnants; ils sont généralement très-considérables, et il n'est pas rare de les voir remplir des blocs entiers. Ils se composent exclusivement de plantes délicates qui, par analogie avec leurs proches parentes du monde actuel, devaient être ornées de couleurs rouges, mais qui maintenant ne laissent voir sur la roche qu'une trace noire; elles présentent un entrecroisement compliqué de lignes et de rubans; souvent aussi l'empreinte ressemble à du gazon ou à des arbrisseaux. C'est un sujet d'étonnement pour nous que la rencontre au sommet des Alpes, à des hauteurs de 7000 à 8000 pieds, de pierres sur lesquelles se dessinent des végétaux dont les congénères actuels ne vivent qu'au bord de la mer.

On trouvera quelques-unes des formes les plus importantes en examinant la Pl. X. Jusqu'à présent on a décrit 30 espèces se rattachant à 9 genres. Nous avons déjà appris à connaître (p. 71, 85, 175) celui qui joue le rôle principal: le genre Chondrites qui domine non-seulement par le grand nombre d'espèces, mais aussi par sa prodigieuse multiplication. Les plus communs sont les Chondrites intricatus Br. sp. et Ch. Targionii Br. sp. qui revêtent une foule de formes **.

* M. Escher de la Linth en a recueilli un grand nombre de toutes les parties de nos Alpes, que j'ai étudiées avec soin. Elles proviennent de Leysin, au-dessus d'Aigle, des Rouvines et du Sépey, dans le canton de Vaud; de Mühlenen au Niesen, de l'Habkerenthal, du Bohleck et de Weissenburg, dans le canton de Berne, de Wäggithal, d'Hakenpass, des environs d'Einsiedeln et d'Yberg; de Teufenbachtobel, au-dessus de Gersau, de Simitobel, près de Wildhaus, des Wänden près d'Elm, du Col près de Martinsloch, de Panixerpass, près de Seeli, de l'alpe de Walenbütz et de Foo, de Trunserfurkeli, entre Ringelkopf et Sardonen, de Laaseralp aux « grauen Hörnern, » de Rhätikon et de Conters, dans le Prättigau, de Peist et Fandey, dans le Schalfick, de Blanken au-dessus de Balzers, du Luziensteig et de Falknis, du Fæhnern dans le canton d'Appenzell. J'en ai trouvé en grande quantité dans le voisinage de Seewis, à Ganey et sur le Velan. Les espèces conservées au musée de Berne ont été étudiées par M. F. de Fischer-Ooster; voy. « Ueber die fossilen Fucoïden der Schweizer-Alpen, » Berne, 1858.

** Le Chondrites intricatus Br. (Pl. X, fig. 1, de Gersau: fig. 2, de Martinsloch)

Les branches, toutes de même grosseur, sont insérées à angle aigu, et disposées çà et là en touffes; elles varient pour la longueur et sont ramifiées à plusieurs degrés. Chez le Chondrites patulus F.-O. au contraire, les branches sont moins ramifiées et sont placées presque à angle droit; c'est ce qu'on peut voir Pl. X, fig. 5, d'après un échantillon provenant du col de Panix. Les Chondrites inclinatus Stbg. (Pl. X, fig. 7, morceau de feuille provenant de Trinserfurkeli) et Ch. affinis Stbg. sp. sont beaucoup plus grands, et occupent parfois des feuillets de roche entiers. Le genre Munsteria comprend de remarquables plantes marines qui se distinguent par leurs nombreuses stries, quelquefois obliques mais plus souvent presque annulaires, entre lesquelles on distingue nombre de points. La Pl. X, fig. 8, reproduit le M. annulata Schf. du Fäbnern. Ces Algues avaient sans doute l'apparence de tuyaux annelés et cylindriques d'une structure solide et coriace. Chez les Halymenites le feuillage est aussi parsemé de nombreux points qui sans doute étaient de petits amas de spores; mais ici les stries manquent. Ce sont pour la plupart de grandes plantes; les unes sont très-ramifiées (telle que l'H. flexuosus F.-O.); les autres sont simplement cylindriques (H. lumbricoides Hr. du Fähnern, Pl. X, fig 11); il en est aussi dont la tige est enroulée en forme de massue. Ces derniers rappellent moins les Halymenia que le genre vivant Encœlium chez lequel le feuillage est utriculaire et parsemé de

forme des gazons qui s'étalent dans toutes les directions, puisque le feuillage se ramifie depuis la base. Les rameaux ont une largeur de $^1/_4$ à $^1/_2$ millimètre. Le Chondrites intricatus Fischeri Hr. (Ch. æqualis Fisch., non Brongn. Pl. X, fig. 4, provenant de Blanken, au-dessus de Balzers) est un peu plus grand, et a des rameaux un peu plus longs, plus larges et plus écartés. Chez le Ch. Targionii Br., le mode de ramification est le même, mais les rameaux sont sensiblement plus larges et plus longs ($^1/_2$ à 1 $^1/_2$ millimètre), la plante en général est plus forte et plus grande; cependant le vrai Targionii Brongn. (avec des branches de 1 à 1 $^1/_2$ millimètre) est rare chez nous; une plus petite espèce, dont les branches n'ont que $^1/_2$ à 1 millimètre de large et que Fischer-Ooster a distinguée sous le nom de Ch. arbuscula, est au contraire très-abondante (voy. Pl. X, fig, 6, du Fæhnern). Cette dernière est l'Algue la plus commune de notre flysch. On a désigné sous le nom de Ch. Targionii expansus la forme à branches étalées (voy. Pl. X, fig. 3, des parois de la Tschingelalp).

spores. Le genre Caulerpites (C. filiformis Stbg. Pl. X, fig. 9) comprend de petites plantes délicates à feuilles écailleuses et serrées; il n'est pas rare au Fähnern. Deux espèces de Zoophycos (Z. brianteus Vill. sp. et Z. flabelliformis F.-O.) du Gurnigel ont une taille considérable et sont très-semblables à celles du jura brun (voy. p. 174); leurs feuilles sont grandes et disposées soit en verticilles soit en spirales étroitement enroulées. Le Palæodictyon (P. singulare Hr. Pl. X, fig. 10, de Falknis) * diffère beaucoup de tous les précédents; il a un feuillage réticulé qui rappelle les Halodictyon (H. cancellatum Bory sp.) des zones chaudes chez lesquels cependant les champs se rejoignent complétement et sont beaucoup plus irréguliers.

La Pl. X, fig. 1, représente une touffe de gazon du Chondrites intricatus qui s'était établi sur l'Halymenites minor; cet échantillon, provenant de Gersau, nous montre qu'à cette époque de petites Algues s'établissaient sur de plus grandes; on observe encore fréquemment aujourd'hui le même fait parmi les plantes marines. Mais il est étonnant que l'on ne rencontre sur les plantes sus-mentionnées ni Corallinées ni Escharées, ni d'autres végétaux qui y soient joints, car de nos jours on les trouve souvent associés; jusqu'ici du moins je n'ai pas vu trace de cette association dans les espèces fossiles.

Si la détermination est difficile pour les Palæodictyon, elle l'est bien plus encore pour un fossile que nous pouvons appeler « *pierre vermiculée* » (Wurmstein, Helminthoïdes). La Pl. X, fig. 12, en donne un fragment. Une ligne saillante entoure d'abord un espace ovale, puis se jette par une courbure douce du côté extérieur et prend une direction parallèle au spire précédent, mais dans un sens opposé pour se replier de nouveau de la même manière. On peut voir ainsi un grand nombre de

* Nous avons reçu cette espèce de Weissenburg et de Ghelindjik, en Crimée; une seconde beaucoup plus petite (P. textum Hr. du Falknis); une troisième (P. scriptum Hr.), où des lignes espacées et enroulées forment des champs irréguliers, provient de Walenbütz, des Ormonts et de Gründel, dans le haut Sihlthal. Une quatrième très-grande de Walenbützalp.

lignes parallèles séparées par des sillons; dans les échantillons complets, cette ligne est continue depuis son origine jusqu'à son extremité. Ordinairement les lacets vont s'agrandissant; d'autres fois il n'y en a que quelques-uns qui soient plus longs, mais alors ils sont plus brusquement recourbés. Fréquemment deux ou plusieurs systèmes de lacets se voient l'un à côté de l'autre sans que leurs lignes se touchent ou empiètent l'une sur l'autre. On peut en distinguer deux espèces dont la plus petite est la plus commune chez nous (Helminthoida labyrinthica Hr. Pl. X, fig. 12); la plus grande (H. crassa Schafth.) a des lacets 3 ou 4 fois plus larges.

Ces traces ont été probablement laissées par des vers marins *. Elles rappellent les sillons vermiformes des Bostrychus et les galeries rapprochées et parallèles sur un long parcours de plusieurs Tinea. Une masse plus riche en calcaire et plus dure aura rempli les galeries, et forme actuellement dans la plaque des lignes saillantes, et des sillons dans la contre-plaque. Ces empreintes vermiformes sont répandues dans tout le flysch, aussi bien dans celui de la Haute-Italie et de la Ligurie, que dans le nôtre.

Quelque énigmatique que soit leur nature, leur importance est cependant incontestable, car elles sont spéciales au flysch et beaucoup plus faciles à distinguer que les Algues de cette formation. Ces dernières ne se font remarquer ni par leur diversité ni par des formes spéciales; ce sont des plantes dont les analogues vivent actuellement dans plusieurs zones marines, et qui existaient déjà à des époques géologiques plus

* On est surpris de rencontrer déjà dans les roches de transition (cambrien) ces mêmes empreintes si dignes d'attention. Murchison les a figurées sous les noms de Myriantes et de Nemertites (The Silurian system, II, p. 27); il les considère comme des vers marins; cependant ce sont beaucoup plus des sillons de vers marins que les animaux eux-mêmes, car on ne reconnait rien de l'animal, et les spires sont trop régulières pour qu'on puisse admettre qu'elles aient été formées uniquement par la bête repliée sur elle-même. La grande analogie qui existe entre les Myrianites, les Nemertites et les Helminthoïdes porte à croire qu'ils proviennent d'animaux semblables, et autorise à penser que ces derniers n'ont pas fait défaut pendant les formations intermédiaires, ce qui leur ferait perdre une grande partie de leur valeur géologique.

anciennes, ainsi dans la mer triasique et dans la liasique. La flore des Fucoïdes, du moins pour ce qui nous en a été conservé, et sous le rapport des formes extérieures, n'a pas subi de grandes modifications depuis le trias jusqu'à nos jours. Lors même que les espèces se sont transformées*, elles ont cependant tellement d'analogie dans les différentes périodes, qu'on les a souvent confondues; c'est pourquoi, dans la détermination des terrains il faut employer ces espèces avec circonspection, d'autant plus que dans la faune actuelle les espèces varient beaucoup de grandeur et de port**, et que les mêmes formes se retrouvent dans des genres différents***.

Une comparaison minutieuse nous montre cependant que les plantes marines du flysch ont dans toute l'Europe un caractère commun et que la même réunion d'espèces se retrouve en Suisse, en Bavière, en Autriche (près de Vienne), en Savoie, dans la Haute-Italie et en Sicile. Nous trouvons déjà la majeure partie des genres du flysch dans la mer liasique et dans la jurassique (Chondrites, Münsteria, Halymenites, Zonarites, Caulerpites), mais avec d'autres espèces, en partie très-voisines, comme un coup d'œil jeté sur les planches IV, IX et X nous le prouvera. Le flysch n'a également aucune espèce commune avec la

* L'opinion que les mêmes espèces se rencontrent dans le jura et dans le flysch repose sur une confusion analogue. Ainsi le Chondrites furcatus Schafhäutl (geogn. Unters. des süd-bayerischen Alpengebirges, Pl. VI) du lias est tout à fait différent du Ch. furcatus Br. sp. du flysch; le Ch. Targionii Zigno (Flora oolitica, Pl. I, fig. 4) du Jura n'est pas le même que le Ch. Targionii Br., et Ch. intricatus Zigno diffère de l'espèce qui est si commune dans le flysch. Il y a peu de plantes aussi mal connues, et sur le compte desquelles il règne autant de confusion que les Chondrites Targionii et intricatus Br.

** Je citerai les Chondrus cripsus L. sp., Plocamium coccineum Kg., Gelidium corneum Aut., etc., qui sont répandus dans toutes les mers.

*** Ainsi on peut comparer aux Chondrites quelques espèces des genres Chondrus, Chondria, Sphærococcus, Gigartina, Dictyota, Laurencia, Dirurella, Bostrychia et Gelidium. Le Gelidium fastigiatum Kg. du sud de l'Afrique ressemble beaucoup au Chondrites Targionii. Le feuillage en est également ramifié depuis la base, chaque branche se subdivise promptement en se bifurquant en avant. Chez ce Gelidium, la ramification est plus régulière que chez le Ch. Targionii, et les rameaux extérieurs sont plus courts et plus uniformes.

craie de notre pays. Les espèces néocomiennes de Chondrites sont assez faciles à distinguer de celles des schistes calcaires du flysch ; les Algues marines manquent dans nos derniers étages crétacés ; mais on les trouve en Italie. J'ai reçu de nombreux Fucoïdes de Morosolo, des environs de Bardello et Biandrone près Varèse, de Credano et Grumello del Monte et de la province de Bergame. Ils sont empreints dans un calcaire jaune-blanc qui appartient, d'après Stopani, Desor et Mortillet, à la craie supérieure. Ce sont exactement nos Fucoïdes du flysch : Chondrites intricatus, Ch. Targionii sous plusieurs formes, et Ch. inclinatus. On pourrait être tenté, d'après cela, de classer nos schistes à Fucoïdes dans la craie supérieure. La flore des Algues de Monte Bolca pourrait peut-être conduire au même résultat, car les Fucoïdes du flysch y manquent* et les Floridées à grandes feuilles, qui rappellent les Delesseria de nos mers, y sont très-abondantes. D'autre part, nous rencontrons aussi les Fucoïdes du flysch dans la formation nummulitique dont nous allons nous occuper ; elle est sans aucun doute plus jeune que la craie, et appartient à l'époque tertiaire. Il est vrai que, dans notre pays, nous n'avons qu'une seule localité (Argentine dans le canton de Vaud) où l'on ait trouvé dans le calcaire nummulitique une espèce du flysch (Halymenites flexuosus F. O. et un Zoophycos spécial), mais l'Italie m'en a fourni davantage. A Pistoie en Toscane (sur le chemin de fer entre Borgianico et Valdibrana), on trouve dans une marne arénacée, avec les Nummulites Ramondi, Guettardi et variolaria, nos Fucoïdes du flysch : Ch. intricatus et Targionii**. Escher de la Linth a découvert ces espèces il y a

* Les genres Chondrites, Zonarites, Caulerpites ne manquent pas, mais ils apparaissent avec des espèces différentes de celles du flysch. Toutefois on en recontre une fort semblable au Sargassites Studeri Fischer O. du Fähnern, qui, spécifiquement parlant, diffère à peine de celle du Monte Bolca que Massolongo a figurée sous le nom de Albucastrum perianthoideum (specimen photographicum, pl. 23, fig. 1). Elle appartient aussi peu au Sargassum qu'aux Liliacées, et doit être rapprochée des Acanthophora.

** Voy. G. de Mortillet, Note sur le crétacé et le nummulitique des environs de Pistoia, p. 3. M. de Mortillet m'a envoyé les Fucoïdes, et je me suis assuré de la justesse de leur détermination.

plus de 30 ans à Randozzo en Sicile (au nord de l'Etna) et en a rapporté des exemplaires. D'après le professeur Gemellaro, ces gisements appartiennent à la formation nummulitique. On rencontre aussi une grande quantité de ces Fucoïdes du flysch (Ch. intricatus, patulus et Targionii arbuscula et affinis) dans les calcaires jaunes-blancs de Trasiano près Reggio dans les Apennins de Modène ; ils sont considérés comme appartenant au tertiaire inférieur. Mon ami, le Dr Ch. Gaudin, a recueilli aussi dans les localités nummulitiques de Biarritz des Fucoïdes du flysch bien conservés (Ch. intricatus, Fischeri et Targionii arbuscula).

Le Caulerpites filiformis Stbg. (Pl. X, fig. 9) est un anneau commun de plus qui rattache la flore du flysch à celle de l'époque tertiaire; il n'est pas rare au Fähnern ; on l'a observé aussi dans le calcaire grossier de Carinthie. Une Munsteria est dans le même cas; elle a été trouvée au Monte Pastello dans une roche incontestablement tertiaire, et diffère à peine de la M. annulata (Pl. X, fig. 8)*. Nous pouvons conclure de ce qui précède que nos Fucoïdes du flysch tiennent de près à notre formation nummulitique, et que les roches qui les renferment appartiennent probablement à l'époque éocène et non à la craie. Mais si, comme nous l'avons vu plus haut, les Fucoïdes renfermés dans les roches de Varèse et de la province de Bergame appartiennent réellement à la craie, il faudra admettre que la craie supérieure possède un certain nombre d'espèces en commun avec les premiers dépôts tertiaires. Cependant il est très-remarquable que sur 19 Fucoïdes de la craie supérieure d'Aix-la-Chapelle qu'a décrits le Dr Debey, quelques-uns aient des formes voisines du Chondrites intricatus, mais que pas un ne soit identique à une seule espèce du flysch**.

* Massolongo l'a décrite sous le nom de Caulinites Catuli. Atti dell' Instituto Veneto III.

** Le Chondrites jugiformis Deb. ressemble beaucoup au Chondrites serpentinus Hr. du néocomien. Le Dr von der Marck (Fossile Fische, Krebse und Pflanzen aus dem Plattenkalk der jüngsten Kreide Westphalens. Palæontographica, Juli 1863) signale les

Tandis que la faune des schistes glaronnais a un caractère si spécial et offre si peu de points de contact avec la faune des autres localités, la flore du flysch, au contraire, a un caractère peu défini et vague, si bien qu'il est très-difficile d'en établir l'âge géologique. Heureusement que nous rencontrons en contact avec le flysch une formation si riche en pétrifications qu'il ne peut y avoir aucun doute sur sa place géologique, et qu'elle nous donne le mot de l'énigme. C'est la formation *Nummulitique.*

Les roches dont elle se compose sont remplies par places de coquilles rondes dont le profil offre la forme d'une lentille, et qui de face ressemblent à une monnaie; de là leur nom de Münzstein, Batzenstein ou Nummulites. Elles varient pour la grosseur, du franc au thaler, et sont ordinairement blanches ou d'un gris-blanc, mais quelquefois d'un jaune brillant par suite de la présence de sulfures (Brülltobel dans le canton d'Appenzell); elles ont toute l'apparence de pièces d'or ou d'argent. Cette roche avait déjà fait l'étonnement des anciens Égyptiens (car l'Égypte fournit aussi cette formation), et la légende racontait que les lentilles qu'avaient laissées les ouvriers qui travaillaient aux pyramides, s'étaient changées en pierres. Nos paysans comparent aussi ces pétrifications à des graines et à des fruits, et les nomment graines en pierre de cumin, dénomination sous laquelle elles sont désignées en certains lieux. Un examen plus attentif de ces pétrifications révèle bientôt qu'elles ont appartenu au règne animal, et n'ont rien de commun avec des graines ou des fruits. L'animal des Nummulites fait partie de la division des Rhizopodes dont nous avons déjà parlé (p. 239), mais il est beaucoup plus gros que les formes des âges précédents et de la faune actuelle; comme à aucune époque ces Protozoaires ne jouèrent un rôle aussi important qu'alors et n'acquirent une taille aussi forte, ils ont donné leur nom à cette période. Ils sont accompagnés dans les mêmes

Chondrites Targionii et intricatus dans la craie supérieure de Westphalie. Mais ses dessins ne reproduisent pas du tout ces espèces.

roches d'une riche faune marine, et fournissent d'abondants sujets de comparaison. Avant d'aborder cette faune, étudions la nature de la roche même, son area en Suisse et sa position relativement au flysch.

Le nummulitique se compose en partie de grès quartzeux, durs et variant du brun-noir au jaune-brun, de schistes arénacés, et en partie aussi de calcaires gris et noirs qui, par places, sont compactes et résistants ; ils sont employés comme pierres de construction. Ainsi, on exploite le calcaire nummulitique de Ralligstöcke connn sous le nom de merligerstein et qui, à Berne, entre dans la construction des maisons ; le calcaire arénacé et rugueux sert au pavage des rues. Dans plusieurs localités de formation nummulitique, on peut voir de minces filons de houille ; il en est un, par exemple, qn'on peut suivre depuis la Savoie au lac de Thoune, mais avec maintes solutions de continuité. En Savoie, le même filon se montre sur le côté droit de l'Arve, au sud d'Arrache et de Pernant, dans le fond de la vallée qui débouche à Bellegarde, où elle verse ses eaux dans le Rhône. Il forme çà et là des nids irréguliers qui ont jusqn'à 6 pieds d'épaisseur. Les gîtes de charbon maigre des Diablerets ont la même épaisseur (à une hauteur de 9600 pieds au-dessus de la mer) ; au Beatenberg, le charbon se trouve à 3400 p., et au Niederhorn, à environ 5700 p. au-dessus de la mer ; il est exploité là depuis le siècle dernier. A Berne on l'emploie pour l'éclairage an gaz. On a signalé également des traces de charbon au Hohgant et au Ralligstöcke. Ces houilles proviennent sans aucun doute de plantes, et révèlent l'existence de marais tourbenx ou de bords marécageux de la mer nummulitique. Malheureusement on n'a trouvé jusqu'à ce jour aucun débris végétal suffisamment conservé, pour qu'il soit possible de le déterminer ; en revanche, toutes les localités que nous venons de citer renferment de nombreux restes d'animaux marins. Au Ralligstöcke, on trouve aussi des Mollusques terrestres et d'eau douce, ce qui permet d'affirmer que le continent n'était pas éloigné.

Nous avons vu un peu plus haut que la formation nummulitique s'é-

tend depuis la vallée du Rhône jusqu'au lac de Thoune, elle suit presque partout le flysch et a de grands rapports avec lui. Il est probable que la mer nummulitique formait au nord des Alpes un bras étroit tout à fait semblable à celui de la mer du flysch, et, de même que celle-ci, entrant profondément par places dans le territoire alpin actuel. C'est ainsi qu'on peut expliquer la présence des étroites bandes nummulitiques qui se voient au Titlis, à Jochpass, au Surenen et sur les deux côtés du Schächenthal dans le canton d'Uri. Dans le canton de Glaris, le nummulitique forme le revêtement des Glariden et du Bifertengrat; on peut même, paraît-il, lui rapporter le sommet du Tödi. Il occupe les cols les plus élevés des Gross- et Kleinthal, se voit au Kisten, à 2760m au-dessus de la mer, et au Col de Panix ou Bündnerbergpass; on peut le suivre jusqu'au Rheinthal. Ainsi que le flysch, le nummulitique s'avance jusqu'au lac de Thoune par une bande qui se dirige au nord, dans la même direction, jusqu'au Rheinthal, et qui entoure le Sentis. Il est très-intéressant d'observer que depuis le bassin du Rhône jusqu'au lac des Quatre-Cantons le nummulitique a un caractère uniforme, mais qu'à partir du Bürgenstock ce caractère se modifie et reste constant jusqu'au canton d'Appenzell. D'après Studer, ce changement proviendrait de l'introduction de grains verts dans le grès et de son mélange avec des pierres ferrugineuses rouges, ce qui donne à cette formation une couleur vert foncé ou rouge; cependant, dans le canton d'Appenzell, la couleur dominante est un vert sombre presque noir.

Ainsi donc, comme nous venons de le voir, les roches nummulitiques ont une grande analogie de distribution avec le flysch. La disposition de leurs couches nous dira si elles ont été déposées avant ou après celui-ci. Nos géologues Studer et Escher de la Linth sont maintenant d'accord pour les considérer comme inférieures, c'est-à-dire antérieures au flysch. Ils s'appuient surtout sur le fait qu'au Fähnern, dans le canton d'Appenzell, et à Yberg, dans le canton de Schwytz, le flysch qui est riche en Fucoïdes repose sur le calcaire nummulitique dans des conditions qui excluent toute supposition de renversement des couches.

En Bavière (Profil du Grunten) * et ailleurs, en Savoie (aux Voirons), les relations des couches entre elles ont conduit au même résultat. Le nummulitique et le flysch appartiennent très-probablement à une grande période géologique qu'on a désignée sous le nom d'*Éocène*. Cette période vient immédiatement après la craie, et sert d'étage inférieur à l'immense époque tertiaire.

Les pétrifications du nummulitique que nous allons examiner fixent la succession des sédiments telle que nous venons de l'indiquer. Les animaux fossiles nummulitiques sont pour la plupart marins. Ils révèlent que depuis l'époque crétacée de grands changements se sont opérés dans les faunes. Pas une seule des nombreuses espèces de Mollusques de la craie n'apparaît dans la mer éocène ** ; ce ne sont pas seulement des espèces, mais des genres et des familles entières qui ont pris fin, et cela non-seulement chez nous, mais partout et aussi loin qu'on rencontre la formation tertiaire. C'est en vain que nous chercherions les Caprinides qui remplissent les roches crétacées ; vainement aussi les Ammonites et les Belemnites, qui jouèrent un si grand rôle dans toutes les mers antérieures, et qui, dans la mer crétacée, étalaient une si grande richesse de formes. De tous les nombreux Céphalopodes, le seul genre Nautilus a survécu et persisté jusqu'à nous, ce qui est fort remarquable, car il avait paru longtemps avant les Ammonites et les Belemnites (pendant l'époque carbonifère). La formation nummulitique en Suisse en a donné jusqu'ici quatre espèces : Nautilus zigzag Sow., N. regalis Sow., N. Sowerbyi Wilh. et N. umbilicalis Desh. Parmi les nombreux Univalves marins, on peut citer comme les plus répandus les Cerithies, les Turritelles, les Rostellaires, les Neritines, les Cones, les Fusus et les Natices. Les Bivalves nous offrent de nouveau des Huîtres et des Pei-

* Voyez Gumbel, Geognostische Beschreibung des Bayerischen Alpengebirges, p. 584.

** Parmi les Polythalamiens, la Rosalina ammonides Reuss se trouve dans le calcaire nummulitique et la craie, tandis que le flysch et le calcaire nummulitique renferment en grand nombre la Globigena bulloides Orb., qui manque dans la craie.

gnes qui occupèrent une grande place, et dont beaucoup de genres, quoique avec d'autres espèces, vivaient dans les mers précédentes; ainsi les Cardium, Arca, Tellina, Corbula, Venus et Cyrena; d'autres, les Stalagmium et Dreissenia s'y montrent pour la première fois. Plusieurs genres révèlent la présence du continent et de l'eau douce, ainsi les Planorbis, Pl. rotundatus Br., Pl. planulatus Desh.? les Limneus: L. fusiformis Sow., L. pyramidalis Desh., L. strigosus Br. et l'Helix Ferranti Desh. que K. Mayer a découverte dans le bartonien de Ralligstöcke.

Nous avons parlé des Nummulites * comme étant un des animaux les plus caractéristiques de cette époque. En plaçant deux verres de montre l'un contre l'autre, la partie convexe extérieurement, nous aurons une image assez exacte de la coquille lentillaire de ces animaux; quoique cependant elle soit quelquefois presque globuleuse ou complétement aplatie. La surface, délicatement granulée, est fréquemment sillonnée de lignes fines qui rayonnent du milieu à la périphérie (fig. 146 b). Intérieurement, on observe une spirale formant de nombreux tours et divisée en loges par des cloisons transverses (fig. 145, 146). Chez le groupe qu'on a désigné sous le nom de Nummulites réguliers ou chevauchant, les loges s'étendent des deux côtés depuis le pourtour interne jusqu'à l'ombilic ou axe de la coquille, chaque tour chevauchant sur le précédent. Si, dans les verres de montres disposés de la manière que nous venons d'indiquer, nous en intercalons un certain nombre de paires s'emboîtant les unes dans les autres, et que nous leur choisissions une forme telle que leur ensemble présente une spirale, nous aurons une idée de la structure de ces coquilles (fig. 144). Chez un second groupe (irréguliers ou moitié chevauchant) les loges ne font que moitié chemin, et chez un troisième elles sont simplement posées sur le dos du tour de spire. Les cloisons qui séparent les loges se composent de deux feuillets très-minces entre lesquels se trouve un espace très-étroit (invisible à

* Les espèces suisses ont été décrites dans l'excellent travail de Rutimeyer: « Ueber das Schweizerische Nummulitenterrain, » Denkschriften, XI, 1850.

l'œil nu). Ces cloisons, ainsi que la coquille extérieure, sont percées de nombreux pores extrêmement petits, par lesquels probablement l'animal, enfermé dans sa coquille, faisait passer ses pieds ténus, de sorte qu'il était en communication, par leur moyen, avec le monde extérieur. Les cloisons des loges sont percées d'un petit trou qui relie les loges les unes aux autres par un syphon qui suit la partie ventrale du spire. Quant au corps même de l'animal, on ne peut que se livrer à des hypothèses, car il n'y a pas de Nummulites vivants. Les uns pensent que chaque loge était la demeure d'un animal spécial, et qu'ainsi le nummulite se composait de toute une famille; d'autres croient que la coquille n'était habitée que par un seul individu. Dans ce cas, il se serait composé de plusieurs articles dont chacun aurait occupé une loge, et qui, pour recevoir sa nourriture, aurait été en communication avec les autres par le syphon. En tous cas, ces animaux semblent appartenir au groupe des Polythalamiens dont nous avons parlé précédemment, quoique leur taille surpasse de beaucoup celle des espèces crétacées et actuelles. Le genre Nummulina renferme environ une douzaine d'espèces, entre autres le N. globulus Leym. (fig. 147) qui est extraordinairement abondant. On le rencontre dans tout le terrain nummulitique où il remplit les roches en masses tellement compactes, qu'il forme à lui seul des couches très-étendues. Il a pour proche parent le N. mammilla F. M. (fig. 146 et 146 b). Les N. regularis Rütim., N. Biarritzana Arch. (fig. 144 et 145) ne sont pas rares, et la première a déjà été figurée il y a 160 ans par Lang, sous le nom de « schweizerischer Fruchtstein. »

Ces Nummulites avaient une area considérable, car nous les rencontrons non-seulement dans toute l'Europe moyenne et méridionale, des Pyrénées jusqu'en Autriche, mais aussi dans le nord de l'Afrique et en Asie (Asie Mineure, Perse, Afghanistan), sur l'Himalaya et dans le Thibet occidental (jusqu'à 16500 p. au-dessus de la mer); ce sont en partie les mêmes espèces que chez-nous. Elles ont dû jouer, par conséquent, un rôle très-important dans les faunes marines, et n'ont pas peu contribué, par les innombrables myriades de leurs fines coquilles, à la

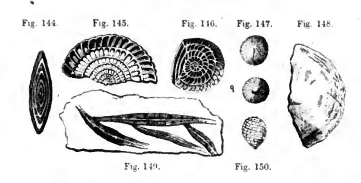


Fig. 144. **Nummulina regularis** Rutim.; coupe perpendiculaire au grand axe. — Fig. 145. Coupe suivant le grand cercle; du Fähnern. — Fig. 146. **Nummulina mammilla**; coupe — Fig. 146 b. Vue de dessus. — Fig. 147. **Nummulina globulus** Leym. — Fig. 148. **Hymenocyclus papyraceus** Boub. — Fig. 149. Coupes perpendiculaires au grand axe. — Fig. 150. **Chara Grepini** Hr. de Delsberg.

formation de la croûte terrestre. Mais les Polythalamiens proprement dits les ont beaucoup aidés dans cette tâche, car ainsi que dans la craie, on en trouve dans le nummulitique une quantité considérable et d'une grande richesse de formes; on les a désignés sous les noms de Nodosaria, Dentalina, Operculina, Alveolina, Triloculina et Quinqueloculina. Les Orbitolina étaient plus nombreux encore; ils ont formé pendant l'époque crétacée des roches entières. L'Hymenocyclus papyraceus Boub. sp. (Orbitolites discus Rütim., fig. 148 et 149) est, avec la Nummulina globulus, l'animal le plus commun de nos roches nummulitiques, et forme sur la pierre les mêmes empreintes que ce dernier. Il possédait de nombreuses loges rangées autour d'une grande cellule centrale.

Les environs d'Yberg, dans le fond du Sihlthal (canton de Schwytz), sont une localité très-favorable pour l'étude des Oursins de cette époque, car jusqu'à présent on n'a trouvé nulle part en Suisse de gisement où ils se rencontrent en aussi grand nombre et aussi variés. Cette partie de la mer éocène devait offrir des conditions spécialement favorables au développement de ces animaux dont la faune du reste était à cette époque encore en pleine prospérité. Sur 32 espèces connues du nummulitique de

la Suisse, 24 ont été recueillies dans les environs d'Yberg. Elles se partagent en 14 genres dont quelques-uns avaient persisté depuis la mer crétacée ; ce sont les Prenaster, Periaster, Hemiaster, Conoclypus, Echinanthus, Cassidulus, Nucleolites, Echinocyamus et Pseudodiadema. Mais les Manopneustes, Amblypygus, Echinolampas, Echinopsis et Linthia apparaissent pour la première fois; pour la plupart ils ne dépassent pas l'époque tertiaire. La majeure partie des espèces est spéciale à notre pays; cependant on en a rencontré cinq dans le calcaire grossier de Paris, et trois en Crimée. Les plus grands types appartiennent aux genres Conoclypus et Linthia. Chez le premier la partie inférieure du test est aplatie ou même concave, tandis que la partie supérieure est ovale ou conique ; le Conoclypus anachoreta Ag. appartient aux espèces les plus communes d'Yberg; il a un diamètre de 2 pouces. Le Conoclypus conoideus Ag. est encore plus grand et atteint même un diamètre de $^1/_2$ pied. Cette espèce était aussi très-répandue, et on l'a rencontrée en Égypte et en Crimée.

Dans le genre Linthia les champs ambulacraires sont entourés d'un rebord saillant, et tout le test est garni de petites verrues logées dans de faibles dépressions. La Linthia insignis Mer. a un diamètre d'environ trois pouces et appartient aux formes les plus caractéristiques de notre mer nummulitique.

Les Crustacés fournissent de grands Crabes. Le Cancer punctatus Desm. est un bel animal dont on a trouvé de superbes exemplaires au Niederhorn près du lac de Thoune. Le thorax, large de 8 centimètres environ, est denté sur le bord antérieur, le front porte aussi quatre dents. La partie supérieure de la carapace est couverte de fossettes fines et serrées. Les pinces, qui sont longues, se terminent par deux doigts très-forts et peu courbés. La queue, repliée, est étroite chez le mâle mais très-large chez la femelle. On a recueilli dans le nummulitique de Brüllisau (canton d'Appenzell) quelques espèces de Crabes: Xanthopsis Kressenbergensis Myr. ? et Colpocaris bullala Myr. ; à Yberg le Ranina Aldrovandi est très-commun.

Les animaux supérieurs sont en fort petit nombre dans notre terrain éocène; on a recueilli au Fähnern des dents et des vertèbres de Squales: Carcharias tenuis Ag. et Lamna plana Ag.

La plupart de ces animaux de notre nummulitique ont été rencontrés ailleurs, et presque partout dans la formation éocène de France et de la Haute-Italie, en sorte qu'on ne peut se méprendre sur leur âge géologique.

Les dépôts du flysch et du nummulitique dessinent ainsi les contours de la mer éocène le long de nos Alpes, et nous montrent par leur épaisseur, qui par places atteint plusieurs milliers de pieds, que la durée de cette période a dû être très-considérable. On ne peut savoir jusqu'où la mer éocène s'est étendue vers le nord, car les gisements de grès que l'on rencontre entre le Jura et les Alpes recouvrent complétement les dépôts plus anciens des plaines de la Suisse. A cette époque, en revanche, toute la chaîne du Jura était à sec, car non-seulement on ne retrouve nulle part de dépôts de la mer éocène depuis le Randen et le Lägern jusqu'à nos frontières sud-ouest, mais dans plusieurs localités nous avons des témoignages irrécusables de la présence d'un continent; ce sont le bohnerz et les restes d'ossements d'animaux terrestres, dont nous allons dire quelques mots.

Le *Bohnerz* consiste en grains ronds ou en forme de fève, d'oxyde de fer hydraté. Ces grains présentent quelquefois de nombreuses couches concentriques et rappellent sous ce rapport une formation (semblable à l'oolithe), qui se produit dans plusieurs sources bouillonnantes par le mouvement continuel de grains de sable sur lesquels se forment des dépôts concentriques. Les grains de bohnerz, de la grosseur d'un pois jusqu'à celle d'un œuf de poule se trouvent par places accumulés en grand nombre, et sont agglomérés parfois en gâteaux de quelques pieds de long et pesant plusieurs quintaux. Ils sont entourés d'une argile bigarrée et de sable siliceux blanc. L'argile se présente souvent avec de jolies couleurs, jaune et rouge, quelquefois bleu et vert, qu'elle doit à l'influence du fer. Dans ces agglomérations on trouve çà et là des fragments de calcaire jurassique du voisinage.

Ce bohnerz, ainsi que les argiles et les masses de sable qui l'entourent, remplissent les crevasses et les cavités du jura blanc et sont répandus çà et là sur le sol des vallées. Le bohnerz forme la couche inférieure; il est suivi de l'argile bigarrée qui donne la masse principale du dépôt. L'épaisseur de ces nids de minerai est de 3 à 6 p.; quelquefois, mais rarement de 18 à 20 p. * Les parois calcaires des crevasses qui renferment le bohnerz présentent des modifications importantes. Dans plusieurs localités, elles sont tellement *silicifiées* qu'elles donnent des étincelles sous le briquet; ailleurs, elles sont enduites de sulfure de fer, jusque-là qu'elles prennent l'aspect de scories de couleur rouge ou rouge-brun. Souvent aussi le calcaire est devenu dolomitique et a pris une couleur plus claire. Dans beaucoup d'endroits ces crevasses s'étendent jusqu'à des profondeurs inconnues et marquent probablement les places où les sources jaillissantes se sont fait jour. Cette formation du bohnerz est répandue dans tout le Jura, mais les gisements principaux se trouvent dans le Jura bernois; dans la vallée de Delsberg, ils acquièrent un grand développement. Déjà dans la vallée de Laufen, les minerais de fer sont plus rares et les dépôts d'argile et de sable quartzeux plus considérables. Les nids de fer des cantons de Soleure, Bâle, Argovie, Schaffhouse et Zurich (à Otelfingen et Flurlingen) sont plus ou moins riches, et ont été exploités de temps à autre. Partout le bohnerz recouvre le jura blanc, ou est enfermé dans ses crevasses; il est souvent recouvert par la mollasse, ainsi qu'on peut le voir à Flurlingen sur la rive gauche du Rhin, dans la vallée de Metzendorf, à Delsberg et ailleurs encore. Cette formation prend donc place entre le jura blanc et la mollasse. On supposait autrefois qu'elle appartenait à la craie inférieure**, et on croyait que

* A Delsberg, les mineurs distinguent 4 couches, à savoir (allant de haut en bas): 1° le terrain jaune, qui consiste en une marne gris-jaune qui a de 4 à 52 mètres d'épaisseur; 2° les Möcken (morceaux ou pelotes) provenant aussi d'une marne jaune, mais qu'on ne peut débiter qu'en gros blocs compactes; 3° le Bolus, argile dure, rouge ou jaune; 4° le minerai avec sable quartzeux et fragments de pierres jurassiques.

** Voy. Gressly, Observations géologiques sur le Jura soleurois. Denkschriften der Schweizer. Naturf. Gesellschaft, V, 1841, 3, 282. — Quiquerez, Recueil d'observa-

pendant que la mer néocomienne recouvrait la partie sud-ouest du Jura, les continents de l'est avaient été envahis par des sources chaudes qui avaient déposé le bohnerz. Il est bien possible que le bohnerz ait commencé à se déposer pendant la période crétacée, car en quelques endroits (ainsi, d'après Gressly, à Couvet dans le Val Travers) on a trouvé de petits rognons de bohnerz dans les roches crétacées; mais il est hors de doute que les gisements importants de bohnerz de la Suisse, par exemple ceux de Delsberg, ont été déposés pendant l'époque éocène, comme l'ont prouvé les restes de plantes et d'animaux qu'on y a découverts. De plus, on a trouvé des grains de bohnerz dans l'intérieur d'ossements intacts; il a donc fallu que ces ossements tombassent dans l'eau ferrugineuse qui a donné naissance à ce minerai. Ces ossements appartenaient, comme nous allons le voir, à des animaux éocènes; ils nous donnent par conséquent l'âge exact des dépôts.

Le bohnerz a été déposé, fort probablement, par des eaux bouillonnantes; de semblables phénomènes se voient de nos jours encore lorsque les sources sont fortement chargées de fer et de silice; il ne serait donc pas nécessaire de recourir à l'intervention d'éruptions volcaniques de boue et de fer pour expliquer notre formation éocène. Cependant, si l'action continue des eaux minérales sur les parois des crevasses a pu produire les modifications que nous avons signalées, il a fallu que les sources renfermassent une quantité considérable de silice, et que par conséquent l'eau fût à une très-haute température. L'exploitation du bohnerz forme une des ressources importantes des populations jurassiennes, et ce sont les seuls minerais de Suisse qui depuis les temps reculés aient donné quelques bénéfices.

Il est à craindre cependant que dans un avenir rapproché ces mines

tions sur le terrain sidérolitique dans le Jura bernois. Denkschriften, XII, 1852. — Studer, Geologie der Schweiz, II, p. 271. — La formation tertiaire de notre bohnerz a été signalée en premier lieu par le Dr Grepin, Notes géologiques sur les terrains modernes quaternaires et tertiaires du Jura bernois et en particulier du Val de Délémont. Mémoires, XIV, 1855, p. 49, 56.

ne soient épuisées. Il y a une dizaine d'années, 200 ouvriers environ étaient employés à l'exploitation du Jura bernois; le minerai, qui fournit en moyenne 40 à 44 % de fer, était traité dans 5 hauts fourneaux. On a pu extraire ainsi jusqu'à 20,000 quintaux de fer par an, d'une valeur de 380 à 400 mille francs. Mais déjà actuellement, par suite de la diminution du minerai et de la concurrence des fers anglais et belges, plusieurs points de l'exploitation sont abandonnés. Les nombreuses industries jurassiennes dans lesquelles le fer est travaillé, et qui sont très-importantes à Vallorbes, dans le Val-de-Joux, tiraient leurs matières brutes principalement de ces mines pour produire surtout des fers doux et des instruments agricoles.

L'argile bigarrée est employée à la fabrication d'excellente poterie brune allant au feu; on l'expédie dans toutes les parties de la Suisse sous le nom de poterie de Porrentruy; l'argile blanche et sablonneuse est employée dans les verreries pour la fabrication des creusets. — Si le bohnerz est le produit des sources bouillantes, il en ressort évidemment qu'il y a eu là une terre ferme qui pendant l'éocène occupait tout le Jura. De nombreuses sources entassaient leurs matières minérales sous forme de bohnerz, de sable quartzeux et d'argile dans les crevasses et les cavernes; mais une bonne partie de ces matériaux fut aussi entraînée par les ruisseaux. Dans plusieurs endroits, on a trouvé dans les nids de bohnerz de nombreux ossements et des dents de Vertébrés, ainsi à Mauremont près de La Sarraz, à Saint-Loup près de Delsberg, à Egerkingen et Obergösgen. Ces os sont le plus souvent brisés et entassés pêle-mêle, ce qui donne à penser qu'ils ont été entraînés par l'eau dans les fentes des rochers; mais leur assez bon état de conservation prouve qu'ils ne venaient pas de loin.

On a rencontré jusqu'à présent dans ces localités 61 espèces d'animaux* à savoir : 12 Reptiles et 49 Mammifères. Les premiers sont fort

* La plupart des espèces de Mauremont ont été découvertes par MM. Dr Ch. Gaudin et Dr Ph. De la Harpe, et se trouvent au Musée de Lausanne. MM. le prof. Morlot

incomplets et par conséquent fort difficiles à déterminer; cependant on a reconnu deux Serpents, quelques Lézards de la grosseur des Lézards actuels, un Iguane, un Crocodile et plusieurs espèces de Tortues. Le Crocodile : Cr. Hastingsiæ Ow. ressemble à l'espèce égyptienne, cependant il a le museau plus obtus et offre ainsi une transition avec le Caïman. — L'un des Serpents, à en juger par les vertèbres retrouvées, devait avoir une longueur de 10 à 11 pieds, et appartient à la famille des Eurystoma et au groupe des Pythons qui habitent maintenant les forêts des Indes orientales. La seconde espèce est plus petite, mais paraît être très-voisine de la précédente. Les Tortues diffèrent complétement de celles de Plattenberg dont nous avons parlé (p. 289). Ces dernières étaient des Tortues de mer, tandis que celles de l'éocène jurassien appartiennent aux Chersites et aux Emys (Tortues terrestres et d'eau douce). — Deux espèces sont proches parentes du genre Emys actuellement vivant, une du genre Testudo, tandis que la plus grande et la plus remarquable est une forme nouvelle, spéciale à la localité et qui paraît se rapprocher du genre tropical Pyxis (famille des Chersites). Sa carapace a 1 pied de long sur 8 pouces de large environ; elle était probablement fermée par un plastron qui ne laissait que deux ouvertures, devant et derrière; elles pouvaient se clore au moyen d'une sorte de plaque mobile. Cette espèce a été nommée Dithyrosternon valdense Pict.

Les Mammifères sont d'un plus grand intérêt encore, car ces animaux, les plus élevés daus l'Ordre des Vértébrés, faisaient alors leur première apparition dans notre pays, et l'on est étonné d'en rencontrer un si grand

et Dr Campiche en ont recueilli quelques-unes. Elles ont été étudiées par Pictet. Voy. Mémoire sur les animaux vertébrés trouvés dans le terrain sidérolitique du canton de Vaud, par Pictet, Ch. Gaudin et Ph. De la Harpe. Les fossiles d'Egerkingen ont été découverts par le pasteur Cartier, ceux de Gösgen par Car. Mösch et étudiés par le prof. Rütimeyer. Voy. Mammifères éocènes du Jura suisse, Denkschriften der Schweiz. Naturforsch. Gesellschaft, XIX, 1862. Les débris d'ossements trouvés dans les environs de Delsberg par le Dr Grepin sont encore en grande partie à déterminer, ainsi qu'un riche butin recueilli près de La Sarraz par MM. les Dr Ch. Gaudin et De la Harpe depuis leur dernière publication. Il faut donc s'attendre à une forte augmentation dans le nombre des espèces.

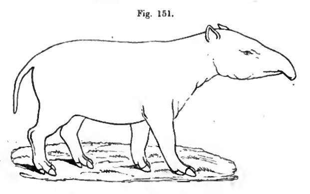
nombre d'espèces. Nous avons vu précédemment (p. 181), il est vrai, que cette classe d'animaux avait été observée en Allemagne et en Angleterre dans des formations plus anciennes, et l'on ne peut mettre en doute que pendant l'époque crétacée ils n'aient persisté, quoiqu'ils ne nous soient pas parvenus ; mais le fait est que ce n'est que depuis l'époque tertiaire que les Vertébrés ont commencé à jouer un rôle important, car dès lors nous les rencontrons en grand nombre dans toutes les parties du monde. On ne connaît que peu d'espèces des époques précédentes ; ce sont pour la plupart de petits animaux de l'ordre des Marsupiaux, et qui sont fort rares maintenant.

Nos Mammifères éocènes appartiennent à cinq ordres. Les Pachydermes y sont compris pour 24 espèces, les Ruminants pour 12, les Rongeurs pour 4, les Carnassiers pour 8 et les Quadrumanes pour 1. — Par la répartition même de ces espèces, la faune éocène s'écarte complétement de notre faune suisse actuelle, à laquelle il manque les Quadrumanes, et qui ne possède qu'un Pachyderme, le Sanglier. — Les espèces sont entièrement différentes des espèces actuelles, et même sur les 25 genres auxquels elles appartiennent quatre seulement ont persisté jusqu'à nous (Sciurus, Viverra, Spermophilus et Vespertilio). Il est vrai que la conservation très-incomplète des restes de quelques espèces ne permet pas une détermination suffisante.

Parmi les Pachydermes, les genres Palæotherium et Lophiodon sont les plus importants et les plus riches en espèces. Le Palæotherium avait le port du Tapir ; l'os du nez prolongé comme un bec nous indique que ce genre avait une trompe courte et mobile ; les incisives et les canines allongées, pointues et dépassant les autres sont semblables à celles du Tapir ; mais les molaires ont presque la même apparence que celles du Palæotherium. Leur pied a 3 doigts, un médian et deux latéraux. Le Palæotherium magnum Cuv. (figure 151) avait la grandeur du cheval.

Il était fort répandu, et on en a trouvé les restes en Angleterre, en France, en Souabe (à Frohnstetten) et en Suisse (à Grossgösgen). Le P. medium Cuv., aussi fréquent que le précédent, avait à peu près la taille

Fig. 151.



Palæotherium magnum Cuv. (restauré).

du Cochon. On l'a découvert à Gösgen, au Mauremont où il est commun, et dans le bohnerz de Delsberg. Le P. crassum Cuv. et le P. latum Cuv. sont un peu plus petits; ils se reconnaissent à leurs jambes plus grosses et relativement plus courtes.

Les Palæotherium ont 7 molaires de chaque côté de chaque mâchoire, tandis que leurs proches parents les Lophiodon n'en ont que 6. — On en a découvert à Egerkingen 8 espèces, parmi lesquelles les L. buxovillanus Cuv. et L. medius Cuv. ont la grosseur du Tapir de l'Inde, tandis que le L. tapiroides Cuv. avait une taille d'un quart plus grande.

On peut considérer l'Anchiterinm siderolithicnm Rütim. (d'Egerkingen) comme le précurseur du Cheval; il appartient ainsi que ce dernier aux Solipèdes, quoique de chaque côté d'un grand doigt médian, il s'en trouve un autre rudimentaire.— Ces animaux à apparence chevaline ont quelques rapports avec les Tapirs, et forment comme une transition entre ces derniers et le Cheval proprement dit. — L'Hyopotamus Gresslyi Myr. et le Chasmatherium Cartieri Rüt. (d'Egerkingen) se rapprochent du Cochon, de même que l'Hyracotherium siderolithicum Pict. et le Rhagatherium valdense Pict. (du Mauremont). Ce dernier était un petit animal de la grosseur d'un Blaireau; il avait un museau long et rétréci vers l'extrémité, et des canines à deux tranchants, très-prononcées, diri-

gées en arrière et séparées des autres dents par une barre. Le Chasmatherium n'est connu que par quelques dents et paraît assez voisin du précédent, tandis que l'Hyracotherium ressemble à l'Anthracotherium, qui n'a paru que plus tard.

Les formes qui caractérisent les Ruminants actuels, tels que les Cerfs, les Chevreuils, les Gazelles, les Bœufs, etc., manquent à la faune éocène. Les deux types les plus importants, l'Anoplotherium et le Xipbodon ont plusieurs points de contact avec les Pachydermes, et on les a considérés longtemps comme tels. L'Anoplotherium commune Cuv. (fig. 152) qu'on a découvert à Gösgen avait la grandeur du Daim. C'est un type très-

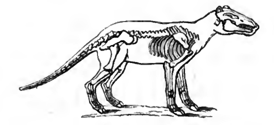


Fig. 152. **Anoplotherium commune** Cuv. (restauré).

important par la construction de sa mâchoire et par plusieurs particularités qui ne se rencontrent chez les Ruminants qu'à l'état embryonnaire. Il semblerait que cet animal était comme un trait d'union chez lequel se seraient réunies les particularités de divers types, particularités qui, se modifiant dans la suite, se seraient réparties entre plusieurs genres. Comme chez le Palæotherium, chaque mâchoire a 14 molaires, mais les canines ne sont pas proéminentes, et forment avec les autres dents une ligne continue. Le corps était plus efflanqué et moins massif que celui du Palæotherium; ses pieds avaient deux doigts revêtus de sabots, et il portait une queue remarquablement grande et forte. On pense qu'il devait avoir un genre de vie analogue à celui de l'Hippopotame.

Le Xiphodon gracile Cuv. (de Soleure) était beaucoup plus dégagé, et rappelle la Gazelle. Il avait une petite tête, mince et allongée; les dents

étaient disposées sur une ligne continue ; le corps bien proportionné était porté par des jambes hautes et minces dont les pieds avaient deux doigts. La queue était courte et formée de petites vertèbres (fig. 153). Cet ani-

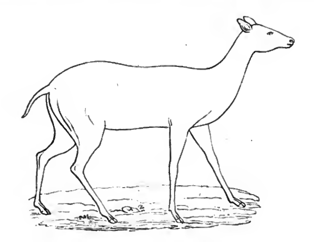


Fig. 153. **Xiphodon gracile** (restauré).

mal avait la grandeur du Chamois, mais il était très-voisin du Cerf musqué pour le port et pour la forme des os et des dents. C'est aussi le cas pour l'Amphitragulus communis Aym. d'Egerkingen, dont les molaires sont presque complétement semblables à celles du Cerf musqué qui habite l'Asie centrale et les îles du Sud.

Les Dichobune étaient beaucoup plus petits, mais ils avaient le même aspect ; c'étaient de gracieux animaux de la grosseur d'un Lièvre ou d'un petit Chien. On en a découvert 4 espèces à Egerkingen et 4 espèces dans le canton de Vaud.

On n'a retrouvé que des restes fort incomplets des Rongeurs ; mais ces débris nous montrent qu'à cette époque déjà de petits Écureuils (Sciurus et Spermophilus) vivaient dans les forêts, ainsi que la Souris (Theridomys siderolithica Pict.), fort petit animal qui se rapproche du groupe américain des Psammoryctius.

Nous avons, par la présence des Carnassiers, la preuve que les Herbivores, tranquilles hôtes des forêts éocènes, avaient aussi leurs ennemis, car on en a trouvé dans les mêmes localités. Ce sont, il est vrai, de petites espèces, car les Carnassiers de grande taille ne sont apparus que plus tard. Ce sont de petites Civettes (Viverra et Proviverra Rütim.), un Renard (Cynodon helveticus Rütim.) et quelques espèces d'Amphycion. Ces derniers avaient le crâne du Chien, mais une taille plus forte et une queue plus longue.

Nous rencontrons aussi une Chauve-souris (Vespertilio Morloti Pict.) de la grosseur et de la forme de notre espèce commune (V. murinus). Ainsi que ses congénères actuels, elle faisait sans doute la chasse aux Insectes, et prouve leur existence.

L'animal le plus remarquable d'Egerkingen est sans contredit une espèce de Singe (Cænopithecus lemuroides Rütim.) dont on doit la découverte aux infatigables recherches de M. le pasteur Cartier. Il est vrai qu'on n'a trouvé qu'un morceau de la mâchoire supérieure avec 3 molaires, mais la perspicacité de Rütimeyer lui a permis non-seulement de déterminer l'ordre auquel appartient cet animal, mais de lui assigner avec une grande probabilité sa véritable place dans le système. Ce Singe suisse ressemble beaucoup par les dents au Maki africain (Lemur) et au Singe à lunettes (Mycetes de l'Amérique); mais comme le caractère des os maxillaires l'éloigne du premier, et le rapproche du dernier, nous pouvons en conclure qu'il était proche parent des deux. D'après les dents, il devait avoir la même taille que le Guariba ou que le Hurleur rouge (Mycetes seniculus); cependant il forme un genre à part (Cænopithecus Rütim.) qui, d'après Rütimeyer, réunirait quelques-unes des particularités des Makis, des Ouistitis et des Hurleurs du Nouveau Monde.

Si nous comparons maintenant la faune des Mammifères de notre Jura avec celle du bassin de Paris devenue célèbre par les immortels travaux de Cuvier, nous leur trouverons une très-grande analogie. Ce sont en grande partie les mêmes espèces, dont plusieurs se rencontrent aussi dans l'éocène d'Angleterre (île de Wight) et d'Allemagne. Elles étaient

donc répandues sur une grande partie du continent d'alors, et donnent à la faune de cette époque un cachet particulier. Il est intéressant d'observer que les fossiles d'Egerkingen, par exemple les Lophiodon, sont semblables à ceux du calcaire grossier de Paris, tandis que les mêmes animaux du Mauremont et de Grossgösgen ressemblent à ceux du gypse parisien. Comme ce dernier appartient à l'étage supérieur de la formation éocène, et que le calcaire grossier au contraire fait partie d'un des étages inférieurs, il est très-probable que les fossiles d'Egerkingen appartiennent à une époque plus ancienne que ceux des autres localités; de même, les animaux marins de la formation nummulitique de nos Alpes reproduisent les faunes de plusieurs subdivisions de l'époque éocène.

Une faune aussi variée, et presque toute composée d'Herbivores, dénote une riche végétation. Dans notre pays, celle-ci n'a laissé à peu près aucun vestige, ou du moins elle se dérobe encore à nos recherches. Les houilles seules de la formation nummulitique dont nous avons parlé plus haut nous fournissent quelques observations pour ce qui concerne le territoire de nos Alpes actuelles; le docteur Grepin a de plus découvert dans le bohnerz de Delsberg quelques graines de Chara qui accusent la présence de la végétation dans le Jura. Ces Chara appartiennent à 3 espèces. L'une, le Ch. helicteres Br. a des fruits courts ovales et relativement gros; une seconde, Ch. Grepini Hr., fig. 150, p. 313, se fait remarquer par les petites verrues délicates dont ses fruits sont couverts. Les mêmes formes se retrouvent dans l'éocène de l'île de Wight. Ces graines nous disent que le fond des eaux douces du Jura éocène était tapissé du vert gazon des Characées tel que nous le voyons encore de nos jours; notre flore ne possède néanmoins aucune espèce à fruits verruqueux.

Toutefois ces plantes ne nous fournissent aucune donnée sur la flore terrestre de cette époque; c'est seulement dans quelques localités étrangères à notre Suisse que les traces de cette flore nous ont été conservées. On en trouve par exemple au Monte Bolca, en Provence, dans les anciens lignites de la Saxe et dans l'île de Wight.

Le Monte Bolca faisant partie du même massif que nos Alpes, nous sommes autorisés à croire que pendant l'époque de notre mer nummulitique ces localités possédaient la même flore qui est exhumée maintenant des roches calcaires du même Monte Bolca. Elle a plusieurs points communs avec celle de la craie supérieure, mais elle a un autre cachet. Les Fougères, qui étaient encore très-abondantes dans la craie, sont devenues rares, et les Cycadées ont complétement disparu ainsi que la plupart des Gymnospermes qui, bien qu'abondantes encore, ne jouent plus le rôle prépondérant. Le caractère général est encore indo-australien; cependant les types de la Nouvelle-Hollande sont moins dominants et s'accusent par des Myrtes et des Sandals plutôt que par des Protéacées. — La faune des Poissons qui hantaient ces côtes possède, ainsi que la flore terrestre, des types tropicaux. Les rivages de la mer étaient couverts d'arbres feuillus et de buissons toujours verts. Les Figuiers à feuilles épaisses, semblables à celles du Figuier à caoutchouc des Indes (Ficus elastica), les Eucalyptus à longues feuilles, les Myrtes à feuilles coriaces et les Sandals se mêlaient aux Gaïacs et aux Savonniers à feuillage penné, aux Drepanocarpus et aux Pterocarpus, dont les feuilles pennées nous sont parvenues ainsi que leurs gousses tordues en spirales. Les Cæsalpinia épineux qui étalaient leurs feuilles délicates et bipennées devaient faire un contraste frappant avec la Grevillea, les Hakea, les Dryandra à feuillage raide et les Leptomeria presque dépourvus de feuilles.

Ces derniers genres formaient probablement avec le Zizyphus antiquus Hr. et l'Aralia primigenia le sous-bois des forêts, tandis que les Porana, Bignonia et Jacaranda, ces belles plantes grimpantes, enguirlandaient sans doute les arbres et les buissons, semblables en cela à leurs congénères actuels des tropiques. Les Palmiers ne manquaient pas non plus; mais on n'a trouvé que les feuilles d'un petit Palmier éventail, quelques spathes et des fruits semblables à ceux du Cocotier. Le Monte Bolca était habité par un Serpent géant de la même dimension que celui de notre Jura éocène.

Les argiles blanches d'Alumbay dans l'île de Wight renferment une flore analogue à celle du calcaire de Monte Bolca, et je me souviendrai toujours avec joie dn jour (1er octobre 1861) où j'eus le privilége de retirer de leur tombeau de pierre les témoins de ces âges primitifs. En voyant étalées devant moi les grandes feuilles de Figuiers et de Lauriers, le feuillage déchiqueté des Aralia (A. primigenia), les feuilles dentées des Chênes verts et des Dryandres, les fins rameaux de l'arbre du Mammouth et les pinnes délicates des Cassia et des Cæsalpinia, je me reportais involontairement à ces temps reculés où ces arbres et ces buissons couvraient en abondance les rivages de la mer. Le bruit imposant de la mer lançant ses vagues immenses dans la baie solitaire entourée de hautes falaises complétait l'illusion; il me semblait que j'assistais à une scène de l'époque éocène. Les mêmes scènes se produisaient aussi chez nous dans ces temps reculés; et pendant que je contemplais ainsi l'immense étendue de l'Océan, il me semblait que j'étais au bord de la mer qui autrefois baignait notre Suisse, et que j'étais entouré de ces forêts merveilleuses dont l'eau transparente reproduisait l'image.

RÉCAPITULATION.

Nous avons examiné en premier lieu les ardoisières de Glaris, parce qu'elles sont, dans notre pays, la formation la plus connue de l'époque éocène; nous nous sommes efforcés ensuite de déterminer leur place géologique et d'étudier toutes les autres formations qui se sont déposées pendant cette époque. Nous avons vu que cette période est liée à la craie et qu'elle a reçu le nom de période éocène ou tertiaire inférieur, car partout où ses couches sont restées dans leur position naturelle, les dépôts marins y reposent immédiatement sur la craie supérieure, et les animaux qu'elles renferment offrent la plus grande ressemblance avec ceux qui appartiennent à l'éocène d'autres pays. Les gisements les plus riches de cette époque se voient dans les environs de Paris, de Londres et dans l'île de Wight, et là, comme on pouvait s'y attendre, ils ont été étudiés avec le plus grand soin. C'est à eux que nous devons les renseignements

les plus précis sur la succession exacte des couches et de leurs débris organiques. On a classé ces nombreuses couches en trois groupes désignés sous les noms de : *Éocène inférieur, moyen* et *supérieur*. Au premier appartiennent les couches argileuses qui forment le sous-sol de Londres (Londonthon) ; à l'éocène moyen on rapporte les dépôts de sable et d'argile très-étendus dans le sud-est de l'Angleterre et surtout dans l'île de Wight ; ils sont connus dans la localité sous les noms de : *Bagshotsand* et *Brackleshambed* ; le calcaire grossier de Paris qui a fourni la plupart des matériaux de construction de cette ville fait aussi partie de cet étage. L'éocène supérieur comprend les argiles et les sables de Barton et de l'île de Wight, qui sont si riches en pétrifications, et les dépôts de Bembridge qui en forment la couche supérieure. C'est à cet étage que se rapportent les gypses de Montmartre du bassin de Paris, tandis que les sables de Beauchamp correspondent aux couches de Barton.

Si nous comparons maintenant nos dépôts éocènes avec les formations françaises et anglaises de la même époque, nous en tirerons les conclusions suivantes :

1° La faune nummulitique des cantons d'Unterwald, Schwytz (Yberg, etc.), Saint-Gall, Appenzell et les Mammifères d'Egerkingen sont de la même époque que le calcaire grossier de Paris, et appartiennent, par conséquent, à l'éocène moyen ;

2° La faune nummulitique de Ralligstöcke représente le sous-étage inférieur (le bartonien) de l'éocène supérieur ;

3° La faune des Mammifères du Mauremont et d'Obergösgen concorde avec celle des gypses de Paris, et appartient à l'éocène supérieur.

D'après le professeur Escher de la Linth, les schistes à Fucoïdes d'Yberg, reposant sur les gisements à Nummulites, doivent être plus jeunes que ces derniers ; de plus, ils ont dû être déposés pendant l'éocène supérieur et sont contemporains soit du bartonien, soit du gypse de Paris. D'après ce qui précède, nous pouvons dresser le tableau suivant qui résume la période éocène :

	SUISSE	FRANCE	ANGLETERRE	ITALIE
Éocène supérieur	Faunes du Mauremont, Soleure et Obergösgen; schistes à Fucoïdes.	Gypse de Montmartre.	Gisements de Bembridge.	Macigno de Ligurie et de Toscane.
	Nummulites de Ralligstöcke.	Sables de Beauchamp.	Argile de Barton.	Formation nummulitique de Nice.
Éocène moyen	Faunes d'Egerkingen. Formation nummulitique du C. de Schwytz, etc.	Calcaire grossier de Paris.	Gisements du Bagshot et de Bracklesham. Flore d'Alumbay.	Monte Bolca. Grès verts nummulitiques de Bellune.
Éocène inférieur		Soissons.	Argile de Londres. Sables de Reading Woolwich et Thanet.	

La configuration de l'Europe se modifia pendant cette période. Depuis la craie supérieure (cénomanien), la mer européenne diminua sensiblement; le bassin suisse également (voy. la carte p. 209) se rétrécit peu à peu par les empiétements du Jura sur sa rive septentrionale; cela ressort de l'absence des sous-étages de la craie supérieure dans la chaîne du Jura. Pendant la période éocène, il ne resta le long des Alpes qu'un bras de mer relativement étroit dans lequel se déposèrent les roches nummulitiques et le flysch. Ce bras de mer peut être suivi à travers la Bavière et l'Autriche jusqu'à Vienne. Au sud du continent que nous avons désigné, p. 208, sous le nom d'île pennino-carnolique, nous rencontrons des dépôts marins éocènes depuis Adria jusqu'au lac Lugano, ainsi que dans une grande partie de l'Italie, qui était alors sous l'eau. La Grèce, au contraire, formait une presqu'île étroite et longue semblable à l'Italie actuelle; elle était en communication par la Dalmatie et la Carinthie avec le pays pennino-carnolique.

Depuis l'époque crétacée, la mer abandonna plus encore le nord et l'ouest de l'Europe; le continent s'était accru d'autant. Tandis qu'autrefois les environs de Paris se trouvaient au milieu d'un grand océan qui s'étendait sur la partie moyenne de la France (voy. p. 209 et fig. 98), ces mêmes environs devinrent une côte comme nous en avons la preuve par le mélange des animaux marins et terrestres qui se trouvent renfermés en si grand nombre dans les roches éocènes de ces localités; la même chose eut lieu pour l'île de Wight. Or, comme les formations d'eau douce alternent ici avec les formations marines, de la même manière que dans le bassin de Paris, on peut en conclure que le niveau de la mer subit de nombreuses variations.

L'Europe se présente donc à nous, déjà pendant l'époque éocène, comme un grand continent parcouru par plusieurs bras de mer et offrant des conditions favorables au développement d'une abondante végétation et d'une faune très-riche. Ce développement, qui ne se fit pas attendre, nous laisse entrevoir un climat presque tropical.

Les forêts toujours vertes, avec leurs Figuiers et leurs Savonniers, leurs Myrtes et leurs Palmiers, cadrent bien avec les nombreux Palæotherium, les Cerfs musqués et les Singes qui y demeuraient. — Les animaux marins, les Poissons de Matt, ainsi que les Mollusques des roches nummulitiques révèlent aussi un climat chaud; le flysch seul par sa pauvreté absolue fait un contraste frappant et inexpliqué avec les autres productions de cet âge géologique.

Au point de vue de l'utilité pratique, nous avons remarqué les importants produits de cette époque, les ardoisières de Matt et le bohnerz dont l'exploitation occupe beaucoup de mains. Les charbons au contraire ont peu d'importance; mais les grès foncés sont largement mis à contribution comme pierres à construire.— Le sol du flysch est fertile parce que cette roche se délite et se désagrége facilement; peut-être aussi parce qu'elle renferme des traces d'acide phosphorique. Le terrain du bohnerz, au contraire, est impropre à la culture; les arbres mêmes n'y peuvent réussir.

CHAPITRE VII

LA MOLLASSE DE LA SUISSE

Son area. — Distribution et importance. — Diverses espèces de roches. — Grès. — Marne. — Nagelfluh. — Calcaire. — Lignites. — Les cinq étages de la mollasse. Configuration de l'Europe centrale à cette époque. — Apparence du sol de notre pays mollassique.

Nous avons jusqu'ici considéré la contrée accidentée qui sépare le Jura des Alpes comme le fond d'une ancienne baie marine inaccessible à nos recherches; ce terrain est, en effet, recouvert d'une telle masse de marnes et de grès récents, que les roches anciennes apparaissent seulement sur les bords de ce bassin. Ces grès sont en partie durs et compactes, en partie tendres ou se présentent sous la forme de couches de sable. Dans le canton de Vaud, ils ont reçu le nom de *Mollasse*, nom qui s'est étendu à toutes les formations de cette époque *.

Le terrain mollassique comprend environ 152 milles géographiques carrés, à peu près le cinquième de la superficie de la Suisse. Dans le sud, il s'est arrêté à la zone du flysch et des dépôts nummulitiques dont nous venons de parler; dans quelques localités seulement, il touche aux roches

* Voy. « Beiträge zu einer Monographie der Mollasse, » von B. Studer. Bern, 1825. Cet ouvrage remarquable est, avec le deuxième volume de « la Géologie de la Suisse » du même auteur, une des meilleures publications pour l'étude de la mollasse suisse.

crétacées. Il est limité au nord par le jura et les hauteurs crétacées de la chaîne du Jura; il occupe donc tout le bas pays de la Suisse.

La mollasse ne pénètre nulle part dans notre domaine alpin, elle occupe en revanche le fond de plusieurs vallées du Jura, où elle recouvre les rognons éocènes ferrugineux appelés bohnerz. Elle a subi, le long des Alpes, des soulèvements qui ont eu pour résultat d'engager sa partie sud sous les couches alpines, tandis que la partie nord a conservé sa direction horizontale. La disposition de ces gisements permet d'affirmer que la mollasse suisse est plus jeune que les formations éocènes. Elle appartient à une époque du monde que l'on a désignée sous le nom de *Tertiaire moyen* ou *Miocène*, et qui a la même signification que celui de mollasse.

Les dépôts de cette époque sont très-considérables et s'élèvent maintenant sur le bord des Alpes en montagnes assez hautes, entre autres le Speer, 6021 pieds, et le Rigi, 5541 p. au-dessus de la mer. Vers le nord, le terrain mollassique est moins élevé; on peut en conclure que l'eau trouva son écoulement dans cette direction en formant des fleuves et des ruisseaux qui se sont fait jour par de larges et profondes vallées. Les roches qui se déposèrent pendant cette époque, sont des grès, de la marne, le nagelfluh et du calcaire.

Le *Grès* a une couleur grise; il se compose de grains et de paillettes de quartz, ainsi que le feldspath et d'autres parties minérales dures qui sont réunies par un ciment marneux en une masse assez uniforme. Le grès présente une foule de variétés qui proviennent de la proportion de ciment marneux et de parties dures, comme aussi du degré d'union du mélange. Dans plusieurs localités, par exemple à Berne, à Lucerne, dans la vallée supérieure du lac de Zurich et près de Rohrschach, le grès donne une excellente pierre à bâtir, tandis que dans d'autres endroits, comme dans les environs de Zurich, il est impropre à cet usage.

Même dans les grès employés pour les constructions, il y a des différences notables. Ceux de Berne, lorsqu'ils sont fraîchement sortis de la carrière, sont tendres, mais ils durcissent à l'air; ils sont par consé-

quent faciles à travailler. Les grès de Bäch, à l'extrémité sud du lac de Znrich se cassent en grandes dalles dont la surface est recouverte de marne bleue et de brillantes paillettes de mica. Les grès de Bollingen se détachent en grands blocs.

On rencontre par places dans la mollasse tendre de gros fragments durs et de formes diverses qui souvent offrent des proéminences prismatiques ou coniques; on en voit sur les bords de la Thur et sur l'Irchel. Une variété plus remarquable encore est le *Grès coquillier* (Muschelsandstein) qui se compose en bonne partie de coquilles de Mollusques brisées et réunies à des grains verts de la grosseur d'un pois; le tout est pétri dans une masse dure. Il compte beancoup de variétés, et se trouve répandu dans la chaîne du Jura depuis le canton de Vaud jusqu'au Lägern; il fournit des matériaux estimés pour les bassins de fontaine et les pavés; il est exploité en grand dans plusieurs localités telles que Würenlos, Mellingen, Othmarsingen, Lenzburg et ailleurs encore.

Les *Marnes* forment souvent des couches entre les dépôts des grès, et servent de transition insensible à cette roche. Elles sont d'un gris foncé dans la mollasse marine; mais dans les sédiments d'eau douce, elles offrent fréquemment des filons rouges, jaunes ou bleus.

Le *Nagelfluh* consiste en cailloux roulés de toutes les grosseurs qui sont cimentés ou réunis les uns aux autres par une marne arénacée ou par du grès. On distingue plusieurs espèces de nagelfluh, d'après la nature des cailloux et du ciment. Il prend le nom de *Nagelfluh bigarré* si les cailloux de granit, de porphyre, de gneiss et de quartz dominent, et celui de *Nagelfluh calcaire* si ce sont les cailloux calcaires ou de grès. Les cailloux de ces deux espèces de nagelfluh ne sont souvent pas de la nature des hautes montagnes environnantes, et ne peuvent par conséquent pas leur avoir appartenu. Les cailloux calcaires rappellent le calcaire liasique du Vorarlberg, et le calcaire blanc jaunâtre du jura supérieur. Ceux de granit ou de porphyre semblent provenir de la Forêt-Noire. Les cailloux sont souvent polis et quelquefois meurtris; ceux de calcaire présentent aussi des empreintes profondes dont les formes cor-

respondent parfaitement à celles des cailloux voisins. La cause de ces excavations est encore un problème; peut-être sont-elles le résultat d'un frottement long et continu des pierres les unes contre les autres pendant qu'elles étaient encore sous l'eau. On nomme *Nagelfluh spongieux* une troisième espèce de cette roche dont les cailloux proviennent des environs; ils sont réunis faiblement par une masse sablonneuse, et laissent souvent entre eux des espaces vides. Les empreintes dont nous avons parlé ne se voient pas chez eux; souvent, au contraire, ils sont fortement striés. Les couches de cailloux alternent avec des veines d'un grès peu cohérent. Le nagelfluh spongieux forme la crête supérieure de l'Uetliberg et les sommités de l'Au; il se rencontre dans plusieurs localités des cantons d'Argovie et de Berne, ainsi que sur les sommets du Schienerberg, près d'Oeningen. Leur formation n'a probablement pas eu lieu pendant l'époque miocène, mais plus tard; tandis que le nagelfluh bigarré et le calcaire appartiennent indubitablement à la mollasse.

Le plus grand développement du nagelfluh s'est produit le long de la côte sud du pays mollassique, dans le Haut-Emmenthal, entre le lac des Quatre-Cantons et celui de Zug, et depuis le Toggenburg, à travers la chaîne du Hörnli, jusque dans les environs de Kybourg et d'Elgg. Le Napf, le Righi et le Speer sont comme les trois jalons du nagelfluh. Sur tous ces points, il est arrivé d'énormes masses de cailloux et de sable qui ont formé ces dépôts gigantesques. Le Napf est le point central du nagelfluh bigarré. D'après Studer, il renferme des roches de hornblende mêlé à des quartzites talqueux (silicate de magnésie) ou micacés. Dans les cailloux quartzeux, on a trouvé des paillettes d'or, et ce sont eux qui fournissent probablement le sable aurifère de l'Emme et de l'Aar, qui était déjà exploité dans des temps reculés. Le nagelfluh bigarré se trouve aussi au Righi, près de Staffel, Rothstock et Dossen, au Rossberg et à Walchwylerberg, au Hohe-Rhonen et dans le canton d'Appenzell, surtout dans les environs du Gäbris.

Le nagelfluh calcaire se rencontre depuis le lac de Genève, il passe par le canton de Fribourg et arrive jusqu'au-dessous du Gurnigel; dans

l'Emmenthal, il est entouré par le nagelfluh bigarré. Au Righi et au Speer, les cailloux calcaires constituent la masse principale de la montagne; dans la chaîne du Hörnli, la plupart des cailloux proviennent de cette roche; ils sont d'un calcaire gris et jaune qu'on peut d'autaut mieux rapporter au lias du Vorarlberg qu'on y a trouvé un morceau d'une Ammonite caractéristique de cet endroit: Ammonites Regnardi; en outre, on y rencontre un grès rouge semblable à celui des grès bigarrés de la Forêt-Noire. Ce nagelfluh est mélangé avec des débris de granit blanc et rougeâtre, de porphyre, de gneiss, de quartz rouge et de hornstein. Une espèce spéciale de nagelfluh est exploitée dans les environs de Rüti près de Hüllenstein; grâce à sa graude dureté, on en fait des bassins de fontaine, des socles et des bouteroues. Il est appelé granit appenzellois par les tailleurs de pierre zurichois, et se compose d'une masse de morceaux calcaires noirs cimentés et accompagnés de quelques cailloux quartzeux; on en trouve depuis les environs de Feldbach jusqu'à Hérisau.

Le nagelfluh se rencontre aussi bien dans le Jura que dans le voisinage des Alpes; il n'est pas rare dans le Jura bernois et le soleurois; ainsi, il apparaît dans la vallée de Court, où il se compose de granit bigarré, de porphyre et d'un calcaire alpin de couleur foncée; il a ceci de remarquable qu'il ne présente aucun mélange de pierres provenant du Jura. Au Delsberg, il est formé de couches peu cohérentes, dans la composition desquelles entrent des pierres calcaires jurassiques, du grès rouge, du granit et des roches étrangères à la localité provenant des Vosges et du Steinbühl qui est plus éloigné encore. Au-dessus de Breitenbach, on peut y reconnaître un grès et un porphyre rouges et du granit, probablement originaire de la Forêt-Noire.

Dans le Jura des cantons de Berne, Soleure, Bâle, Argovie et Schaffhouse le nagelfluh est très-répandu, et forme par places des bancs d'une grande importance. Les cailloux appartiennent à plusieurs calcaires jurassiques et varient depuis la grosseur d'un pois à celle de la tête; ils sont reliés entre eux par un grès calcaire jaune ou rouge. D'après

M. Mösch le nagelfluh du canton de Schaffhouse est en grande partie formé d'oolithe du canton d'Argovie, il serait donc venu de l'est.

La preuve de son origine miocène a été fournie récemment par des dents de Mastodonte (probablement le M. tapiroides) que M. Mösch a trouvées au Bötzberg.

Tandis que le calcaire joue un rôle important dans les dépôts jurassiques et crétacés, il n'occupe qu'un rang très-inférieur dans les sédiments mollassiques. Les conditions qui ont présidé à la formation des puissantes masses calcaires font défaut dans cette nouvelle période; nous ne retrouvons plus ces myriades de petits ouvriers marins qui travaillaient sans relâche à la construction de l'écorce terrestre. Les dépôts calcaires de peu d'importance ne sont cependant pas rares dans la mollasse. A Porrentruy on trouve du calcaire marin, tantôt blanc, tantôt brun, qui est probablement contemporain du tongrien; les sédiments calcaires, provenant d'eau douce, sont plus communs; ils sont marneux, plus clairs, et recouvrent des pentes de vallées sur une assez grande étendue; dans plusieurs localités, ils sont exploités comme chaux à brûler. Ce calcaire s'est probablement déposé dans de petits lacs et dans des bas-fonds, dont il nous indique la distribution.

On rencontre fréquemment du lignite dans les gisements mollassiques, et il est très-probable que dans une bonne partie de la Suisse les couches supérieures et inférieures de la mollasse en renferment. Malheureusement ces gisements ne sont nulle part d'une importance réelle. Presque toutes les années on entend dire qu'on a découvert du lignite dans une nouvelle localité; mais fort souvent aussi l'on apprend que l'exploitation n'a donné aucun profit, et qu'on a dû l'abandonner peu de temps après parce que le rendement ne payait pas même les frais d'extraction. Les gisements suivants ont cependant une certaine importance: la Paudèze, près de Lausanne; le versant nord du Sonnenberg près de Lucerne; le Hohe-Rhonen et Rüfi près de Schännis; ceux de Käpfnach près d'Horgen, d'Elgg et d'Herderen, dans le canton de Thurgovie. De toutes ces exploitations, celle de Käpfnach est la plus ancienne et la seule en même

temps qui ait continuellement donné des résultats satisfaisants. L'épaisseur de la couche est de 8,75 pouces en moyenne; comme le dépôt se trouve sur le bord du lac, il offre de bonnes conditions à l'exploitation qui est dirigée par M. C. Stockar-Escher, ingénieur des mines.

L'extraction du charbon a donné en 1848 : 9388 quintaux, en 1849 : 11,386 quintaux, avec une redevance pour la caisse de l'État de 1818 fr. En 1861, le rendement s'est élevé à 126,242 quintaux, qui équivalent comme combustible à 6800 moules de bois de sapin (le moule a 108 pieds cubes) ou à 278,000 quintaux de charbon feuilleté et à 72,000 quintaux de houille. Les ouvriers, au nombre de 83, ont exploité environ 4 $^1/_4$ ares, qui ont donné 26,48 quintaux par toise carrée. La redevance à l'État fut de 17,757 fr. En 1862, on a extrait 103,749 quintaux sur une superficie de 4003 toises dont la vente rapporta 76,000 fr. environ. Un produit accessoire de ces exploitations de lignite est la marne de couleur foncée qui les entoure; elle est très-estimée comme engrais pour les vignes. On en a chargé 140 bateaux en 1861 et 156 en 1862.

La couche de charbon d'Horgen traverse probablement le Horgeregg, car on la retrouve de l'autre côté de la montagne dans le Sihlthal avec la même direction (Creux de Steinkratten).

Nous avons examiné les roches mollassiques dans leur composition minéralogique seulement; si nous étudions maintenant les conditions de ces gisements, les plantes et les animaux qu'ils nous ont transmis, nous verrons qu'on peut les diviser en cinq étages.

L'étage inférieur, celui qui représente les dépôts les plus anciens, a reçu le nom de *Tongrien;* il renferme des animaux marins et forme l'assise de la mollasse dans le canton de Bâle et à Porrentruy. Il fut déposé par un bras de mer qui s'étendait depuis l'Alsace jusqu'à Bâle, et sur le Ferret jusque dans les environs de Porrentruy et de Delsberg. Dans l'intérieur de la Suisse, on ne connaît pas de gisement appartenant à cet étage, à moins qu'on ne compte comme tel une bande de terrain éocène qui va de la Dent du Midi par les Diablerets jusque dans

le canton de Berne, et qui appartiendrait alors au tongrien supérieur. Les animaux marins, qui ont été trouvés à la Dent du Midi jusqu'à 10,940 pieds au-dessus de la mer, offrent, à côté d'espèces éocènes de Nummulites et de Mollusques, un certain nombre de formes de l'étage mollassique inférieur; c'est d'après ces indices que ce gisement a été classé ainsi par M. K. Mayer, tandis que d'autres savants (MM. Hébert et Renevier) le font rentrer dans l'éocène supérieur.

Le second étage a été appelé: *Formation des lignites du miocène inférieur* ou *Aquitanien*; ce dernier nom lui vient d'un gisement paléontologique très-riche qui se trouve à l'ouest de la France dans l'ancienne Aquitaine.

L'aquitanien forme sans doute une épaisse couche sur tout notre pays mollassique; mais il est recouvert en grande partie par des mollasses plus jeunes. Son plus grand développement se voit dans l'ouest de la Suisse; dans ses parties inférieures, cet étage est composé en premier lieu d'une marne irisée qui atteint quelquefois jusqu'à 1000 pieds d'épaisseur (mollasse rouge); en second lieu, de grès et de marnes qui renferment des lignites et de riches amas de matières organiques; c'est ce qu'on voit à la Paudèze et à Monod (près Chexbres).

Dans l'est de la Suisse, les lignites de Hohe-Rhonen et Schännis appartiennent à cette époque pendant laquelle la mer avait disparu de notre pays, et n'avait laissé çà et là le long des Alpes que quelques lagunes saumâtres. Une de ces lagunes, entre autres, se trouvait à Lehmerengraben, près de Ralligen; ses dépôts renferment des animaux d'eau saumâtre et des plantes terrestres du miocène inférieur. Dans les environs de Lausanne, au-dessus des lignites du miocène inférieur vient la *Mollasse grise*, qui présente une épaisseur de plusieurs centaines de pieds et provient de sédiments d'eau douce. On peut la suivre dans toute la Suisse occidentale; nous la rencontrons aussi le long de la zone alpine jusqu'aux cantons de Saint-Gall et d'Appenzell où elle est connue sous le nom de grès de Mönzlen et du Ruppen; elle atteint par places une épaisseur considérable.

Après cette mollasse grise suit une formation marine, ainsi que l'attestent les nombreux Mollusques marins et les dents de Squales qu'on y rencontre. Cette formation se nomme étage *Helvétien;* il est le quatrième de notre mollasse. On peut le suivre depuis la Perte-du-Rhône et les bords du lac de Genève (au-dessus de Lausanne, il s'élève à 1220 pieds au-dessus du niveau du lac, et à 2470 pieds au-dessus du niveau de la mer) à travers les cantons de Vaud et de Fribourg, le long de la chaîne du Jura jusqu'au Lägern et au Randen. Il s'étend aussi le long des Alpes, et y forme une bande de grès marin que l'on peut observer depuis Rorschach, Saint-Gall, Bäch, Lucerne, le canton de Berne jusqu'à la Saane. On a désigné cette zone sous le nom de *Mollasse subalpine*, tandis que celle du Jura a reçu le nom de *Grès coquillier* (Muschelsandstein). Ce dernier dessine les bords de la mer où les animaux qui habitaient la grève ont été accumulés par les vagues.

Il est à peu près certain qu'autrefois la mer s'étendait dans la zone alpine jusqu'au Jura; mais jusqu'ici les recherches n'en ont révélé que les rivages. Dans les vallées jurassiennes, cette mer était resserrée dans quelques fiords; ainsi elle a laissé des dépôts à la Chaux-de-Fonds et au Delsberg.

Au-dessus de cette mollasse marine, on rencontre dans la Suisse orientale une formation qui provenait de l'eau douce, et qui nous donne le cinquième et dernier étage de nos dépôts miocènes. Elle recouvre ici les grès du gisement marin. La mer s'était alors retirée pour toujours de la Suisse, car nulle part nous ne retrouvons une seule trace de gisements marins. Les grès tendres, les marnes et les calcaires d'eau douce se déposèrent pendant cette période et constituèrent définitivement la majeure partie du sol de la Suisse orientale aussi loin du moins que s'étend le pays mollassique. Les collines des cantons de Thurgovie et de Zurich sont dues exclusivement à cette formation; ainsi le Zurichberg, l'Uetliberg, l'Albis, l'Irchel et toute la chaîne de l'Hörnli. Dans la Suisse occidentale, au contraire, la mollasse grise et la marine forment les couches supérieures; jusqu'à présent, nous ne connaissons du cinquième étage

que les dépôts calcaires d'eau douce du Locle, de la Chaux-de-Fonds, de Montavon et de Vermes dans le Delsberg.

Cet étage renferme, comme l'aquitanien, des traces de lignite; c'est à lui qu'appartiennent les charbons de Käpfnach, Elgg, Herderen et Niederutzwyl; on l'a désigné sous le nom de : *Formation des lignites du miocène supérieur* ou *Oeningien*, parce que les marnes calcaires d'Oeningen, appartenant à cette époque, renferment la plus riche collection paléontologique de toute l'Europe.

Le tableau suivant donne la série des différents étages de notre mollasse.

La mer a donc recouvert notre pays, du moins en partie, à deux époques différentes et a enfoui dans ses dépôts une multitude de ses habitants. A leur embouchure, les fleuves et les ruisseaux formaient des deltas tels que celui de Lucerne et l'alternance des formations lacustres et marines s'observe fort bien dans ces localités. Lorsque la mer se fut retirée, elle laissa, à ce qu'il paraît, le long des Alpes de profonds bassins ou réservoirs dont petit à petit l'eau devint douce par l'action des rivières; ils se changèrent en lacs d'eau douce dans lesquels, comme à l'époque marine, le nagelfluh et le grès se déposèrent; c'est pourquoi, dans ces parages, les roches dont nous parlons ont une si grande épaisseur; mais les eaux envahirent aussi le reste du pays, apportant du sable et de l'argile, matériaux qui servirent à la formation de la mollasse d'eau douce.

Nous nous rendrons un compte plus exact des modifications survenues dans la répartition de la terre et des eaux, lorsque nous aurons jeté les yeux sur la carte ci-après (fig. 154) qui représente l'Europe centrale pendant l'helvétien. Nous avons vu plus haut (p. 330) que pendant l'époque éocène l'Europe offrait déjà un continent d'une vaste étendue et parcouru par de nombreux bras de mer. Une distribution à peu près semblable régnait aussi durant la période mollassique.

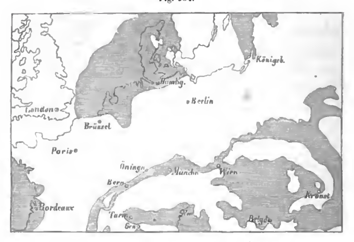
L'île pennino-carnolique, qui comprenait tout le territoire alpin actuel, s'était agrandie par l'adjonction des terrains nummulitiques et du flysch qui se soulevèrent et émergèrent probablement à cette époque le long des

Miocène supérieur	Mollasse d'eau douce supérieure	V. Formation des Lignites supérieurs. — Étage œningien.	*Oeningien.* Schrotzburg, Wangen, Steckborn, Berlingen, Herderen, Niederutzwyl, Kilchberg dans le Toggenburg, Irchel, Veltheim, Elgg. Uetliberg, Zurichberg, Albis, Käpfnach. Locle, La Chaux-de-Fonds, Montavon, Vermes.
Miocène moyen	Mollasse marine	IV. Étage helvétien.	*Mollasse subalpine.* Rorschach, Saint-Gall, Steingrube, Bäch, Lucerne, Berne, Belpberg, Münsingen, Corbière, La Chaux-de-Fonds. *Grès coquillier.* Rorbas, Buchegg, Haarbuck, Glattfelden, Steinbuck près d'Ehrendingen, Mettmenhasli, Hexenstein, Kilwangen, Würenlos, Mellingen, Othmarsingen, Lenzburg. Soleure, Schnottwyl, Bucheckberg, Büren, Nidau, Fribourg, Tour de la Molière au-dessus de Lausanne, Perte-du-Rhône, Altishofen et au Wellberg, Honig près de Wytelingen, canton de Lucerne.
Miocène inférieur	Mollasse d'eau douce inférieure	III. Mollasse grise.	*Mollasse grise.* Ruppen, Saint-Gall, Oberägeri, Aarwangen, Eriz, Delsberg, Moudon, Payerne, Lausanne.
		III. Formation des Lignites inférieurs. — Étage aquitanien.	Hohe-Rhonen, Rufi, Rossberg, Rothenthurm, Monod, Rochette, La Paudèze. *Mollasse rouge.* Vevey, Ralligen, Wäggis, Horw.
		I. Étage tongrien.	*Mollasse marine.* Bâle, Porrentruy et Delsberg.

Alpes. A l'ouest, cette île s'étendait jusqu'au sud de la France et elle était en connexion directe par le Piémont avec la presqu'île italienne. A l'est, elle comprenait tout le pays qui s'étend jusqu'au 35me degré de longitude, et se prolongeait vers le sud par la Dalmatie jusqu'en Grèce. Au nord elle était bornée par la mer qui formait là une grande baie, couvrait les plaines de la Hongrie et traversait toute l'Europe centrale par



Fig. 154.



L'Europe centrale pendant l'époque mollassique moyenne (helvétien).

un bras relativement étroit. Cette sorte de canal suivait la vallée du Rhône et aboutissait à la Méditerranée. A l'est, nous voyons la mer hongroise en communication avec le grand Océan ; elle s'étendait sur la Russie méridionale ; la mer Noire, la mer Caspienne et la mer d'Aral n'en sont que de faibles restes. Cet océan Aralo-Pontique couvrait probablement l'est de l'Oural et se répandait sur les vastes plaines de la Sibérie, séparant l'Europe de l'Asie par sa réunion avec la mer de glace.

D'autre part, il s'étendait sur l'Arménie et l'Asie Mineure orientale, et se trouvait en communication avec la Méditerranée, ainsi que le prouvent les nombreux animaux miocènes qui sont communs à tous ces pays. En revanche, le détroit des Dardanelles était fermé, et la mer Égée n'existait pas. La Grèce formait un continent qui allait jusque dans l'Asie Mineure, et les îles de l'archipel Égéen sont les montagnes d'un pays qui s'est enfoncé plus tard. Si nous tournons nos regards du côté du sud, nous verrons que la Méditerranée se réunissait à l'océan Indien en couvrant l'Égypte ; elle s'étendait aussi sur la Mésopotamie où elle était probablement en communication avec l'océan Aralo-Pontique.

La flore et la faune du Maroc et de l'Algérie ayant par leurs traits fondamentaux et par une certaine communauté des espèces une grande analogie avec celles des côtes européennes, on a pensé depuis longtemps que ces pays étaient autrefois reliés les uns aux autres par des isthmes tels que ceux qui existaient à Gibraltar et probablement aussi entre la Corse et la Sardaigne ; en effet, ces pays touchaient d'une part aux côtes méditerranéennes et d'autre part à l'Afrique. Cette hypothèse serait confirmée par les restes d'os que l'on a découverts récemment en Sicile et qui nous apprennent que l'Éléphant africain, l'Hippopotame et la Hyène tachetée vivaient en Sicile, et que par conséquent ce pays avait sans doute été en communication avec l'Afrique avant la formation actuelle.

Revenons maintenant à notre pays mollassique. Au nord du bras de mer qui isolait la Suisse de l'Europe centrale nous voyons un vaste continent s'étendant d'Espagne en Russie et comprenant une grande partie de la péninsule Ibérique, de la France, de l'Allemagne et de la Russie d'Europe. L'emplacement actuel de la mer Baltique devait vraisemblablement être à sec et en communication avec la Scandinavie primitive ; cette mer est la patrie du succin ou ambre jaune qui n'est autre chose que le produit des Conifères de l'époque tertiaire.

Le Danemark, la Hollande et le nord de la Belgique étaient immergés et la mer s'avançait jusqu'à Cologne ; d'autre part, la formation géologique des côtes de la Bretagne et de l'Angleterre, et la nature du sol anglais nous autorisent à croire que ces deux pays communiquaient directement. Il est vraisemblable aussi que les Iles Britanniques ne représentent qu'une faible partie d'un grand continent qui, traversant l'océan Atlantique, aurait rejoint l'Amérique. Nous aurons l'occasion plus tard d'examiner cette hypothèse.

Dans le sud, la mer Atlantique allait jusqu'au Golfe de Biscaye et atteignait les environs de Bordeaux ; ces localités sont prodigieusement riches en débris fossiles de cette époque parfaitement conservés. La mer occupait aussi les côtes portugaises et espagnoles ; sur plusieurs points

elle entrait assez avant dans les terres où elle laissa des grès (par exemple à Oporto, près de Lisbonne et à Séville).

Telle était la répartition des continents et des eaux dans l'Europe centrale à cette époque pendant laquelle se déposa l'helvétien. Cette distribution existait déjà pendant la formation du tongrien ; toutefois, à cette époque, le nord de l'Europe était moins relevé, de sorte qu'une grande partie en était immergée.

Nous avons vu précédemment que pendant l'éocène la mer avait laissé des dépôts sur l'île de Wight et dans le bassin de Paris ; durant le tongrien, ces localités étaient encore des côtes marines, et la mer couvrait alors la Belgique et une partie du nord de l'Allemagne. Un bras de mer partant de là passait par Cassel, Mayence, puis par le bassin du Rhône, arrivait jusqu'à Bâle, Porrentruy et Delsberg, et rejoignait là le golfe dont nous avons parlé. A l'époque de la mollase grise, la mer abandonna ces localités, ainsi que l'Alsace, la Hesse, la Prusse et le bassin de Paris. Cependant on peut observer une large bande qui traverse la Touraine, et où l'on retrouve des restes prouvant la présence de la mer, qui se retira cependant avant l'helvétien.

Pendant l'aquitanien il y eut un relèvement progressif du pays et il ne resta plus de la mer suisse que quelques bassins remplis d'eau saumâtre sur le bord des Alpes ; la Bavière était encore immergée. Ce ne fut donc pas le bras de mer partant de Vienne et traversant l'Europe centrale qui disparut alors, mais seulement les eaux qui submergeaient notre pays. Pour la première fois, l'île pennino-carnolique communiqua directement avec l'Allemagne. Cette communication fut, il est vrai, coupée pendant l'helvétien, mais elle se rétablit durant l'œningien.

Cette dernière phase laissa à sec non-seulement la Suisse, mais aussi la Bavière ; les bas-fonds de Vienne étaient encore occupés par de l'eau saumâtre et la plaine hongroise était recouverte par la mer ; l'océan Aralo-Pontique couvrait encore de vastes étendues de pays.

Nous voyons par ce qui précède que durant la période mollassique les dépôts successifs d'eau salée et d'eau douce furent en connexion intime

avec l'invasion et le retrait des eaux marines. Ces phénomènes provinrent sans doute de l'affaissement et du soulèvement du continent lui-même.

Les dépôts de mollasse marine nous révèlent donc les limites de la mer dans notre pays ; on arrivera aussi à définir avec exactitude la configuration du continent tertiaire, lorsque l'on connaîtra le caractère et l'origine des masses de sable et de cailloux roulés accumulés pendant la période miocène. Pour nous faire une idée de ce que devait être notre pays à cette époque, nous devons enlever par la pensée toutes les couches qui recouvrirent postérieurement notre domaine mollassique. On arrivera à déterminer avec certitude l'emplacement des fleuves et des ruisseaux miocènes, l'area des mers et des bas-fonds, la forme des collines et des vallées, et on pourra les reproduire sur la carte ; mais, pour le moment, beaucoup de données nous manquent encore et notre imagination doit se contenter des traits généraux.

L'époque tongrienne est encore très-obscure pour nous, nous savons seulement que nos frontières nord-ouest étaient baignées par la mer qui pénétrait par Bâle dans les environs de Saint-Jacques, de Dornach-Bruck jusqu'à Rädersdorf, Porrentruy, Delsberg et les environs des Brenets (canton de Neuchâtel). Il y avait évidemment plusieurs fiords du côté du sud, car on y reconnaît la présence de côtes marines. Le calcaire jurassique qui formait alors les bords de la mer est percé de nombreux trous de Pholades ; on peut ainsi suivre les côtes à Cœve, Miécourt, Develier, Delsberg et Rädersdorf, et plus loin encore à Brislach, Dornach et Lörrach. Là vivaient de nombreux Mollusques et d'innombrables troupeaux de Veaux-marins qui se plaisaient sur les rochers du rivage, et qui sans doute eurent plus d'un combat à soutenir contre les Squales de forte taille qui fréquentaient ces parages ; leurs dents et leurs os mêlés à de nombreux morceaux de bois et à des débris du Jura calcaire environnant étaient entraînés par les ruisseaux et venaient s'enfouir dans la vase du rivage, qui est devenue un grès calcaire. Par places, de grandes masses d'Huîtres sont ensevelies et forment maintenant des

bancs entiers dans une marne calcaire jaune. Pendant que les dépôts les plus grossiers s'amassaient dans le voisinage du bord, une vase et un sable plus fins étaient entraînés dans l'intérieur de la baie et se transformaient là en un grès à grain fin et en marne bleue. Cette dernière occupe les couches inférieures du sol sur lequel est construite la ville de Bâle.

Pendant l'aquitanien, les marnes bigarrées (la plupart rouges) qui occupent tout le plat pays entre le Jura et les Alpes commencèrent à se déposer dans les eaux douces et tranquilles. Elles contiennent, à ce qu'il paraît, beaucoup de sels de fer qui proviennent peut-être du bohnerz éocène, et qui leur ont donné une couleur foncée. Le pays n'était que fort peu élevé au-dessus de la mer, et lors de la profonde dépression qui eut lieu le long des Alpes il se forma des lagunes d'eau saumâtre dans les environs de Lucerne (Horw et Winkel), à Ralligen, près du lac de Thoune, et ailleurs encore; nous y retrouvons les débris d'animaux vivant dans l'eau saumâtre. A Huttwyl (canton de Berne), à Yverdon, à Belmont (dans le Val de Paudèze) et à Saint-Sulpice près du lac de Genève, on a observé le Cerithium margaritaceum; ce Mollusque nous indique qu'à cette époque quelques réservoirs étaient encore remplis d'eau salée.

Dans l'origine, semble-t-il, le pays mollassique ne dut avoir qu'une maigre végétation; les marnes irisées nous ont conservé quelques espèces parmi lesquelles on distingue des Palmiers, des Jujubiers nains et des Dryandres. Peu à peu cependant une végétation luxuriante envahit le sol et caractérisa la seconde époque miocène. Les marais tourbeux envahirent les bas-fonds et le bord des lacs. Un de ces marais s'étendait depuis Chexbres (près de Vevey) jusqu'à la Paudèze (près Lausanne); un ruisseau s'y jetait près de Monod (dans les environs de Chexbres) et y amena de grandes quantités de boues argileuses et de cailloux calcaires roulés qui entourent maintenant les débris de plantes de cette époque.

La frontière nord de notre domaine alpin actuel était probablement baignée par un grand lac qui occupait l'ancien bassin marin. Ce lac était

entouré par des marais tourbeux ainsi que nous l'indiquent les lignites de Hohe-Rhonen et de Rufi qui en sont le produit.

Par places, les marais furent envahis par du sable et des cailloux roulés qui arrivaient aussi jusque dans le lac. Ces engravements augmentèrent d'intensité pendant le troisième étage, probablement par suite d'une dépression du sol, et la formation des lignites cessa, car elle réclame une période de tranquille développement. Par suite de l'affaissement du pays, les ruisseaux qui arrivaient de l'intérieur acquirent une grande force de courant, et transportèrent de plus grandes masses de graviers dans les bassins, qui reçurent ainsi une quantité énorme de matériaux pour la formation du nagelfluh; en effet, il date en partie aussi de cette époque. Mais bientôt la mer revint et envahit de nouveau les bas-fonds, chassant l'eau douce des lacs; elle s'étendit alors sur tout le plat pays entre le Jura et les Alpes, pénétrant même dans les vallées du Jura, bouleversant et brisant, dans les tempêtes, les rochers du bord, qui se transformèrent ainsi en cailloux roulés.

La côte nord de cette nouvelle mer est déterminée par les bancs de grès coquillier qui se voient le long du Jura *; le rivage était occupé par des masses prodigieuses de Mollusques dont les coquilles brisées par le ressac se mêlèrent au sable. Telle fut l'origine du grès coquillier.

Pendant ce temps, l'affaissement du pays atteignit son maximum que l'on peut déterminer à peu près suivant l'épaisseur des dépôts marins.

M. le professeur Studer estime que la mollasse marine du Bütscheleck a une épaisseur de 340 mètres au moins et de 700 mètres à Martinsbruck dans le canton de Saint-Gall. Mais la hauteur de ces dépôts ne donne pas la mesure exacte de la dépression du sol; car, déjà avant l'envahisse-

* Les cailloux roulés du nagelfluh ont été arrondis pour la plupart par le mouvement des vagues. On voit souvent sur le rivage de la mer d'énormes masses de galets fort semblables à ceux du nagelfluh. A Madère, par exemple, la plage est recouverte par places d'une couche très-épaisse de cailloux qu'y ont apportés les vagues, et qui par la violence de la tempête sont souvent entraînés fort loin dans l'intérieur des terres.

ment des eaux marines, le terrain était peut-être au-dessous du niveau de la mer (ce bassin était rempli d'eau douce); on ne peut mettre en doute que le sol d'alors, comparé à celui de nos jours, ne fût au moins de 2800 pieds plus bas, car dans le canton de Berne les dépôts horizontaux de mollasse marine atteignent cette hauteur, et comme ils ont été formés sous l'eau, la mer à cette époque devait certainement avoir cette profondeur.

Lorsque le pays commença à se soulever de nouveau, les bas-fonds furent les premiers à sec; la mer s'éloigna toujours plus des côtes basses du Jura, mais elle forma encore pendant longtemps un golfe le long de la zone alpine qui était plus basse; c'est pourquoi les gisements supérieurs de la mer mollassique pourraient fort bien être plus récents que les gisements coquilliers du Jura. Comme la mollasse marine supérieure manque près de Genève, et qu'elle se voit en revanche dans plusieurs localités du Jura français, il paraît donc qu'à un certain moment la mer helvétienne ne recouvrait plus Genève, mais seulement la Chaux-de-Fonds, et que c'était là qu'elle faisait sa jonction avec le bras de mer qui couvrait la vallée du Rhône inférieur. Nous voyons ainsi que la configuration du sol était bien différente alors de ce qu'elle est aujourd'hui.

Le relèvement progressif du pays ne fut pas la seule cause du retrait de la mer helvétienne; elle fut, en effet, envahie par des masses énormes de sable et de gravier dont les deltas s'étendaient au loin. Lorsque les eaux furent assez basses pour permettre aux fleuves et aux ruisseaux d'exercer leur action, ces amas de sable peu durcis encore furent rongés et entraînés au loin et se répandirent sur le pays dans toutes les directions. C'est ainsi que commença la formation de la mollasse d'eau douce supérieure.

L'eau de mer qui remplissait les bas-fonds céda peu à peu la place à l'eau douce. de nouveaux lacs intérieurs et des marais immenses apparurent comme pendant l'aquitanien. La flore prit de nouveau possession du pays redevenu sec et la terre se couvrit d'épaisses forêts.

Dans les endroits marécageux et au bord des lacs, les marais tourbeux

se développèrent ; plusieurs d'entre eux furent recouverts de limon et de sable, et les végétaux se transformèrent en lignites. Des pluies torrentielles dont l'écoulement n'était pas réglé inondèrent le pays et entassèrent dans l'est de la Suisse les masses énormes de sable et de gravier dont nous avons parlé plus haut. Toutefois, dans cette partie de notre Suisse, les eaux douces envahirent les golfes précédemment occupés par l'eau salée, principalement dans le haut Toggenburg et dans les cantons de Zurich et de Thurgovie ; mais ces réservoirs étant peu profonds, l'eau dans la plupart fut promptement remplacée par la tourbe ; c'est ce que prouvent les lignites de la mollasse d'eau douce supérieure. Nous en rencontrons près de Käpfnach, dans les environs de Wetzikon, au Bachtel, dans la vallée supérieure de la Töss, près d'Elgg et d'Herderen, ainsi que près de Wyl et de Niederutzwyl. Ces lignites sont recouverts de bancs de sable et de marne qui atteignent à l'Albis une épaisseur d'environ 1000 pieds; ces dépôts se formèrent dans l'eau, ainsi que l'attestent les graines de Chara et les Mollusques aquatiques recueillis à Falletschen et à Schwamendingen. Il a donc fallu, pour opérer de tels engravements, que le niveau des lacs s'élevât beaucoup; on peut attribuer ces crues lentes mais considérables à l'encombrement des embouchures.

Pendant la formation de la mollasse subalpine, la mer était en communication, par la Bavière et la France immergées, avec la mer orientale et la Méditerranée ; le manque absolu de mollasses marines de l'helvétien dans les environs de Bâle et en Alsace, montre que la mer n'allait pas jusque dans ces contrées, et qu'aucun cours d'eau ne s'y rendait. Il est donc fort probable que, pendant le miocène supérieur, le bassin suisse fut mis en communication directe avec celui de Bavière et lui envoya ses eaux. Plus tard, soit que les issues par lesquelles s'écoulaient nos eaux suisses eussent subi un soulèvement, soit que le lit des courants eût été barré, le niveau de ces eaux s'éleva beaucoup et cela durant un temps considérable ; c'est ainsi qu'on peut expliquer comment les couches de lignite de notre mollasse supérieure furent ensevelies par des masses de sable, et que par places, bien au-dessus de ces lignites, le sol

devenant marécageux conserva dans la marne et le grès une si grande quantité de débris végétaux.

Lorsque la plus grande partie de cette mollasse se fut déposée, il survint à Oeningen une éruption volcanique, qui eut pour résultat la formation d'un bassin lacustre; on peut observer les traces d'un phénomène semblable dans la chaîne du Jura près du Locle. Le calcaire blanc amené par les rivières et qui se déposa dans le fond du lac couvre maintenant la vallée. Les Vosges virent jaillir un fleuve dont il est facile de suivre le cours par Belfort, Porrentruy, Delsberg, jusque dans le canton de Soleure. Ce courant donna par places une certaine polissure aux roches jurassiennes, et entraîna avec lui une grande quantité de débris. Dans les environs de Delsberg, et spécialement dans le Bois de Raube, le sol est recouvert de cailloux roulés, parmi lesquels on peut reconnaître 23 espèces de roches vosgiennes. Une dent de Dinotherium, que renfermait ce dépôt, fixe son origine au cinquième étage de la mollasse. Dans le Sundgau et jusque dans les environs de Bâle, on trouve des gisements semblables qui proviennent fort probablement des Vosges, et nous révèlent qu'autrefois dans cette localité les eaux coulaient du nord au sud, et que notre bassin tertiaire avait un écoulement dont la direction est toute différente de celle qu'il a aujourd'hui.

Les dépôts de roches et de sable du pays mollassique nous révèlent donc en partie les dispositions et la constitution du sol à cette époque reculée; mais ils ne jettent aucun jour sur l'aspect que devaient avoir nos Alpes actuelles. Nous pouvons dire seulement qu'elles dominaient le pays mollassique, car nulle part la mer de cette époque n'y pénétra.

Les premières périodes géologiques que nous avons étudiées nous ont fait connaître la présence d'un continent situé dans la direction des Alpes centrales. Pendant les soulèvements qui survinrent plus tard, ce noyau cristallin s'accrut au nord et au sud par l'adjonction des dépôts jurassiques d'abord, ensuite de ceux du crétacé et de l'éocène. Dès lors, ce continent fut non-seulement agrandi comme périmètre, mais il atteignit une hauteur considérable. Nous verrons plus tard que cette partie de notre

Suisse subit des modifications si importantes qu'il est fort difficile de se faire une idée exacte de la forme qu'elle avait alors. Il en est de même de la chaîne du Jura; elle devait certainement exister pendant le miocène, car les dépôts marins de cette époque ne se voient qu'à sa base; mais puisque la mer ne pénétra que dans quelques fiords comme ceux de Delsberg et de la Chaux-de-Fonds, et que pendant les derniers temps mollassiques les eaux venant des Vosges par Porrentruy et Delsberg arrivaient jusque dans notre baie alpine, le Jura devait avoir une tout autre configuration que de nos jours.

L'énorme production de nagelfluh et l'introduction dans ce poudingue de roches étrangères aux localités voisines sont des circonstances très-remarquables, qui ont beaucoup occupé les savants en donnant lieu aux hypothèses les plus diverses *. MM. Studer et Escher supposent que le long de la lisière nord des Alpes il y avait une série de collines se composant de granit bigarré, de porphyre, de serpentine et de schistes métamorphiques; on en voit de telles dans le pays montagneux qui court le long du versant sud des Alpes entre Lugano et Ivrée. Lors de l'exhaussement des Alpes, ces collines se seraient effondrées; leurs roches brisées et dispersées par la violence du ressac auraient fourni les cailloux roulés dont est composé le nagelfluh bigarré.

Studer pense que le gros gravier fut rejeté par les vagues le long des côtes où se forma le nagelfluh, tandis que la vase et le sable plus fin donnèrent la mollasse et la marne. L'existence de langues de terre, d'îles et de torrents alpins peut expliquer l'importance qu'a prise le nagelfluh dans l'Emmenthal et le Toggenburg.

Les contre-forts granitiques que nous venons de supposer peuvent s'être fendus par une déchirure qui se serait produite parallèlement au bord des Alpes, ce qui aurait augmenté la profondeur de la mer; les roches purent dès lors s'accumuler sur une grande épaisseur. Plus tard,

* Voyez Studer, « Monographie der Mollasse, » p. 159, et « Geologie der Schweiz, » II, p. 387. Léopold de Buch pensait que les cailloux roulés du nagelfluh étaient sortis du sein de la terre.

par une pression venue de l'intérieur des Alpes, les roches calcaires auraient été poussées latéralement, et auraient glissé sur les terrains des côtes. Les bancs de nagelfluh, brisés par cette pression, s'affaissèrent et les derniers restes des contre-forts granitiques tombèrent au fond des eaux et furent recouverts par une masse calcaire.

Il est difficile de supposer que les roches étrangères du nagelfluh proviennent de la Forêt-Noire, car dans ce cas le nagelfluh jurassique devrait en renfermer une proportion plus grande que le nagelfluh du voisinage des Alpes, et c'est le contraire qui a eu lieu. Nous devons donc admettre que ces roches proviennent de hauteurs et de chaînes de collines qui sont détruites maintenant. Il me semble cependant que ce fait se rattache à d'autres phénomènes auxquels j'ai fait allusion plus d'une fois, et qui nous fourniraient, du moins en partie, la solution de la question.

Nous avons vu que les faunes de la mer jurassique et de la crétacée (p. 201 et 220) avaient un caractère un peu différent dans l'est que dans l'ouest de la Suisse, et que la propriété même des roches du jura blanc (p. 194) et des montagnes nummulitiques (p. 309) se modifiait à partir de la ligne que nous avons tirée de Bâle au Saint-Gothard. Nous avons cherché à expliquer ce fait par le détroit qui a dû exister entre les promontoires de la Forêt-Noire et l'île alpine (du Wetterhorn à la Reuss). Si nous supposons maintenant que la chaîne de la Forêt-Noire se soit avancée jusque dans les environs de Napf, nous comprendrons très-facilement, me semble-t-il, les faits précédents pour ce qui concerne la Suisse moyenne.

Pendant l'époque jurassique et la crétacée, cette partie de notre pays avait été recouverte par la mer; mais à la suite du soulèvement général de la contrée, la mer aquitanienne s'en retira. C'était alors un pays montueux dont les sommets étaient recouverts de grès et de roches jurassiques.

Si nous admettons maintenant que la destruction et la dispersion de ces collines furent l'ouvrage des eaux du 3[me] et du 4[me] étage, et qu'elles

aient ainsi fourni au nagelfluh des matériaux étrangers, nous comprendrons aisément pourquoi le nagelfluh bigarré offre son maximum de développement dans l'Emmenthal supérieur. Nous comprendrons aussi l'analogie de ces roches avec celles de la Forêt-Noire, et le mélange des grès bigarrés et du calcaire blanc jurassique. Il sera facile de saisir comment les ruisseaux alpins ont pu amener des graviers aux grandes profondeurs ; ces graviers ne manquent nulle part, et ils ont participé eux aussi à la composition du nagelfluh qui s'est produit principalement dans le voisinage des Alpes. La baie marine recevait des eaux de tous les côtés et la mer de la Suisse orientale en a reçu même du Vorarlberg. La formation mollassique est donc le résultat de la combinaison de matériaux très-divers et venus de toutes parts.

CHAPITRE VIII

LA FLORE DE LA MOLLASSE

Nombre des espèces. — La végétation herbacée et ligneuse. — Arbres et buissons à feuillage caduc et persistant. — Proportions numériques des grandes divisions du règne végétal. — Transformations survenues dans la végétation de notre pays pendant l'époque miocène. — Récapitulation des principales formes de plantes. — Comparaisons des plantes de notre mollasse avec celles de la flore actuelle. — Caractère de notre flore mollassique.

---

1. NOMBRE DES ESPÈCES.

La Suisse, comme nous l'avons vu, n'a conservé que peu de plantes éocènes; il faut donc pour connaître cette flore nous adresser soit à l'Italie, soit à l'Angleterre. Il en est tout autrement pour la flore miocène. Pendant cette époque, il a été enfoui une telle quantité de plantes, et par places elles sont si bien conservées qu'elles permettent une étude approfondie du monde végétal de cet âge reculé. Il n'y a pas sur le globe de pays exploré par la science qui soit plus riche en espèces miocènes que notre petite Suisse; sa flore nous révèle ce que devait être le splendide tapis de fleurs qui ornait autrefois l'Europe centrale. Nous verrons, en étudiant les végétaux tertiaires, qu'ils avaient une grande analogie avec la flore actuelle.

Nous connaissons jusqu'à présent 80 localités différentes où l'on a recueilli des plantes de la mollasse; dans plusieurs, il est vrai, on ne

rencontre que quelques espèces, mais dans d'autres elles sont fort nombreuses. Les plus importantes sont : Monod, avec 193 espèces ; la Paudèze, 49 ; les environs de Lausanne, 96 ; Delsberg, 32 ; Locle, 140 ; Ralligen, 34 ; Eriz, 68 ; Aarwangen, 28 ; le Hohe-Rhonen, 142 ; l'Albis et l'Irchel, 60 ; le Ruppen, 24 ; la Schrotzburg, 78, et Oeningen avec 465. — En tout, je connais 920 espèces recueillies en Suisse *. Il faut rappeler que ces plantes se trouvent dans le terrain mollassique, qui occupe environ $^1/_5$ de la superficie de notre pays.

Les régions occupées maintenant par nos Alpes étaient alors couvertes sans aucun doute de végétation, mais il ne nous en est rien parvenu. Il y eut probablement aussi dans ces parages des lacs d'eau douce qui reçurent des débris organiques ; mais jusqu'ici on n'en a retrouvé aucune trace. Dans le Jura cependant, près du Locle, il y avait pendant l'époque œningienne un lac dont la vase calcaire nous a transmis une riche flore.

Les localités que nous venons de mentionner, célèbres pour leurs gisements de végétaux miocènes, seront pour ainsi dire autant de sentiers qui nous conduiront dans les marais et les forêts vierges de ces temps reculés et nous révèleront leurs trésors. Ne perdons pas de vue cependant que, pour le moment, nous ne pouvons embrasser dans nos recherches qu'un espace fort restreint ; nous ne rencontrerons que quelques points où la lumière se soit faite, car la majeure partie est recouverte d'une couche de grès qui jette un voile épais sur le monde organique de cette époque, et ce n'est que petit à petit qu'il nous sera donné de le déchirer. Nous devrons tenir compte de la petitesse de notre champ d'observation lorsque nous comparerons, pour le nombre des espèces, la flore miocène avec la flore actuelle dont toutes les richesses nous sont connues. Cette comparaison nous révèlera qu'alors la flore de notre pays était beaucoup plus riche que de nos jours.

* Je les ai décrites et figurées dans ma Flore tertiaire de la Suisse. 3 vol. in-fol. Winterthur, chez Wurster et Cᵉ, 1855-1859.

La Suisse possède actuellement à peu près 2100 plantes phanérogames. Sur ce nombre, 7/8 sont herbacées, et 1/8 seulement ligneuses. En réunissant même les flores de Suisse et d'Allemagne, on n'obtient pas plus de 360 espèces ligneuses, c'est-à-dire 11 % de la flore entière. Nous connaissons en revanche 533 espèces de végétaux ligneux de la flore mollassique suisse (291 arbres et 242 arbrisseaux) et seulement 164 espèces herbacées phanérogames. En y ajoutant les Cryptogames, on arrive à un total de 214 espèces herbacées. — Les végétaux ligneux forment donc 76 % de cette flore; ils se répartissent entre 64 familles. Nous voyons par là qu'autrefois notre pays était très-riche en essences forestières, ce qui se comprend par le fait que partout où les végétaux rencontrent des conditions favorables et où la nature est laissée à elle-même, la végétation ligneuse prend le pas sur la végétation herbacée. Je cite seulement, comme exemple, les contrées boisées de l'Amérique, telles que les bassins de l'Orénoque et de l'Amazone, où l'on voit une région boisée douze fois plus grande que l'Allemagne. Notre pays même durant les temps historiques était en grande partie couvert par les forêts qui disparurent petit à petit devant l'agriculture.

La faune entomologique mollassique se compose en grande partie d'Insectes lignivores qui confirment ainsi cette prédominance de la végétation forestière.

Il ne faut cependant pas conclure de ce qui précède que les plantes herbacées qui forment nos pâturages fleuris n'existaient pas. On les retrouve aussi dans les forêts de l'Amérique, mais l'obscurité des bois les porte à s'élever au-dessus des arbres; elles s'y trouvaient déjà sans doute il y a mille ans représentées par toutes les espèces sauvages que nous voyons chez nous, mais le nombre des individus était plus restreint. Plus il y eut de défrichements, plus la végétation herbacée s'étendit et prit possession du sol, non par l'apparition de nouvelles espèces, mais probablement par l'augmentation du nombre des individus. Les tribus herbacées se font remarquer maintenant par l'abondance des individus, tandis qu'autrefois c'était par la variété des espèces.

Cela rend assez vraisemblable l'idée que pendant l'époque tertiaire les plantes herbacées étaient fort bien représentées et possédaient plus d'espèces que les végétaux ligneux. Cependant, nous ne pouvons appuyer cette hypothèse de preuves irrécusables. Le peu de consistance des plantes herbacées et surtout la manière dont elles perdent leurs feuilles ont dû mettre obstacle à leur conservation comme fossiles.

La plupart des herbes qui nous sont parvenues appartiennent aux végétaux qui habitent les eaux et les marécages; ce sont des Cypéracées, des Potamogéton, des Typhacées, des Nymphæacées et des Hydrocharidées, dont les feuilles pouvaient plus facilement se déposer dans la vase que celles des plantes terrestres. D'autres sont arrivées jusqu'à nous parce que le vent entraînait leurs semences dans l'eau; ce fut le cas de nombreuses Composées, Medicago et Poranées.

La faune entomologique nous révèle indirectement l'existence de nombreuses espèces herbacées, car la vie de beaucoup d'Insectes est liée à des plantes déterminées. Quoique les espèces d'Insectes de l'âge mollassique soient différentes de celles de nos jours, elles sont cependant fréquemment si voisines de ces dernières qu'elles autorisent de semblables déductions. Ainsi une Galeruca d'Oeningen (G. Buchi Hr.) implique la présence des Potamogéton; une élégante petite Monanthia (M. Wollastoni Hr.) nous parle de Myosotis; une Syromastes (S. coloratus Hr.) nous dit qu'il y avait des Rubus; l'Heterogaster tristis Hr. constate l'existence d'Orties; le Pachymerus oblongus Hr. vivait probablement sur les Vipérines (Echium), la Clythra Pandora Hr. sur un Trèfle, le Cassida Hermione Hr. et un Glaphyrus sur les Chardons, un Cionus sur les Scrophularia. D'autres Insectes accusent des prairies émaillées de fleurs; les Syrphes, les Authomyes, les Malachius brillaient sans doute au soleil, tandis que les Bourdons et les Abeilles d'Oeningen, ainsi que leurs congénères actuels, butinaient le suc des fleurs. Les Coprophages nous annoncent de riches pâturages. En visitant vers la fin du jour les pâturages fréquentés par le bétail, on voit les airs foisonner d'Insectes qui ont passé la journée sur les engrais dont ils tirent leur subsistance;

leurs joyeux essaims tourbillonnent dans les airs et interrompent par le frémissement de leurs ailes le silence du crépuscule. Tout ce petit monde disparaîtra si le pâturage est transformé en champ cultivé ou en forêt, et qu'avec lui soient supprimés les excréments du bétail. Oeningen nous donne des Coprophages qui avaient une parenté très-étroite avec ceux de nos jours. La plupart séjournent dans la fiente des Ruminants; avant donc d'avoir rencontré à Oeningen des restes de ces Mammifères, on pouvait affirmer leur présence, et ils nous permettent de conclure qu'il y avait de gras pâturages dans cette localité. Il est vrai qu'ils ne sont pas la preuve d'une végétation herbacée abondante en espèces; mais ils nous fournissent des indices qui ne sont pas à négliger, et qui font présumer que la flore herbacée était beaucoup plus riche à cette époque que n'autoriseraient à le croire les plantes qui nous sont parvenues, tandis que nous possédons une flore ligneuse probablement assez complète. Cette dernière nous servira donc de point de départ pour établir le bilan de la flore générale.

En supposant que la proportion entre les plantes herbacées et les plantes ligneuses de l'époque mollassique fût la même que celle de notre flore actuelle, nous arrivons à un total de 4500 espèces. Il est cependant probable que la flore miocène a eu proportionnellement moins d'espèces herbacées; le nombre ci-dessus pourrait donc être exagéré. Nous obtiendrons un chiffre plus exact si nous ne basons notre calcul que sur les familles communes aux deux flores, la miocène et l'actuelle, qui renferment l'une et l'autre des espèces ligneuses. Vingt-cinq familles sont dans ce cas; elles fournissent dans notre flore suisse actuelle 152 espèces et 252 dans la flore mollassique. En étendant cette proportion aux autres familles, nous arriverons à un total de 3540 espèces de Phanérogames miocènes. Ce compte n'est cependant pas encore très-exact, parce que d'une part toutes les plantes des différents étages de la mollasse n'ont pas vécu en même temps, et que d'autre part, l'aire de la flore actuelle est à peu près cinq fois plus étendue que celle de notre flore mollassique, celle-là présente donc une bien plus grande variété de climats. Nous ferons mieux de choisir

la flore d'une localité déterminée et de la comparer à celle d'un endroit plus restreint, par exemple : la flore d'Oeningen et celle du canton de Zurich. Sur les 422 Phanérogames d'Oeningen, 136 sont réparties entre les 25 familles mentionnées ci-dessus. En omettant les mauvaises herbes, les plantes de culture et les espèces de la région montagneuse, le canton de Zurich possède 894 espèces, dont 91 appartiennent à ces mêmes 25 familles. Partant de là on peut calculer pour Oeningén une flore générale d'environ 1300 Phanérogames. En prenant la flore des régions inférieures du canton de Glaris, nous arrivons à peu près au même résultat (1327). Elle se compose de 812 espèces et ces 25 familles en comprennent 80. Si maintenant nous tenons compte de ce que l'aire de la flore d'Oeningen était beaucoup plus petite que le canton de Zurich ou que le pays plat de Glaris, nous pourrons facilement admettre qu'Oeningen avait une flore plus riche du double qu'aucune localité de même étendue dans la Suisse actuelle.

Si nous comparons la flore occupant de nos jours les terrains mollassiques suisses avec celle de l'étage œningien, nous obtiendrons pour cette dernière le chiffre de 2000 espèces. La flore phanérogame de cette partie de la Suisse, en défalquant les plantes alpines et les mauvaises herbes, se compose de 1280 espèces, et les 25 familles de 104 espèces, contre 158 dans l'étage œningien sur un total de 505. Nous voyons par ces différentes comparaisons que notre flore miocène était beaucoup plus riche que celle de nos jours. Nous ne connaissons qu'un tiers environ de la flore phanérogame d'Oeningen, et seulement un quart de celle de toute la mollasse suisse, dont on peut estimer la richesse à 3000 espèces au moins.

Nous obtenons à peu près le même résultat en comparant la faune entomologique d'Oeningen avec celle de nos jours. A cette époque notre pays était beaucoup plus riche en Insectes que maintenant. Dans le sud de l'Europe et dans les provinces du nord de l'Amérique, en prenant une région d'égale étendue, on ne rencontre nulle part la même exubérance de vie, qui ne se voit que dans les pays chauds et subtropicaux.

Dans notre flore actuelle, les Conifères seuls parmi les arbres conservent leur feuillage; tous les autres perdent leurs feuilles en automne, et même parmi les arbrisseaux quelques espèces seulement ont un feuillage persistant, telles que les Houx, le Lierre et le Gui. En Italie déjà, les arbres toujours verts commencent à apparaître : ce sont des Lauriers, des Myrtes et des Chênes verts; plus on avance vers le midi, plus ils sont nombreux, et sous les zones tropicales et subtropicales les forêts sont toujours vertes. Les arbres perdent leurs feuilles, il est vrai, mais la plupart petit à petit et non pas en une seule fois, de telle façon que les forêts ne sont pas dépouillées de verdure comme c'est le cas sous nos climats. Il est très-remarquable que les plantes ligneuses de l'époque mollassique se soient comportées comme celles de la zone chaude. Si nous comparons les arbres et les arbrisseaux miocènes avec la flore vivante, nous trouverons 327 espèces à feuillage persistant et 206 à feuillage caduc.

2. PROPORTIONS NUMERIQUES DES GRANDES DIVISIONS DU RÈGNE VÉGÉTAL.

En considérant les groupes principaux du règne végétal, on voit bientôt que dans la flore miocène, ils se présentent dans une relation toute différente que pendant les époques antérieures. Dans la flore houillère nous avons vu dominer les Cryptogames vasculaires; ils avaient des formes singulières, étranges même, qui disparurent avec cette période. Cependant les Cryptogames qui présentaient une grande variété de formes souvent renouvelées continuèrent à jouer un rôle important pendant toute la durée de ces temps primitifs. Ensuite apparurent les Conifères et les Cycadées (Gymnospermes) ; ils prirent largement possession du sol pendant les époques triasique et jurassique. Nous avons montré que pendant la formation crétacée supérieure les arbres à feuillage survinrent et avec eux les Dicotylédones, et que pendant l'époque éocène ils étaient déjà

représentés par un grand nombre de familles. Dans notre flore miocène les Cryptogames vasculaires fournissent 50 espèces, et les Gymnospermes 25 espèces, ce qui, proportionnellement à l'ensemble des espèces, est beaucoup inférieur au nombre de ces végétaux pendant les époques antetertiaires, mais relativement bien supérieur à notre flore actuelle. Cette dernière possède 55 espèces de Cryptogames vasculaires et 11 Gymnospermes; les premières forment environ $^1/_{40}$ et les dernières $^1/_{200}$ au plus de toute notre flore vasculaire, tandis que dans la flore miocène la proportion est $^1/_{17}$ pour les premiers et environ $^1/_{35}$ pour les derniers. La grande influence des végétaux Cryptogames et surtout des Fougères et des Gymnospermes pendant les premiers âges de la terre, s'exerçait encore d'une manière remarquable dans la flore mollassique; ainsi s'explique leur persistance dans cette flore.

Les Phanérogames se divisent en trois classes naturelles principales : les Gymnospermes, les Monocotylédones et les Dicotylédones; cette dernière se subdivise à son tour en trois sous-classes : les Apétales, les Gamopétales et les Polypétales.

Notre flore miocène fournit 25 espèces de Gymnospermes, 119 Monocotylédones et 597 Dicotylédones dont : 189 Apétales, 84 Gamopétales et 319 Polypétales*. Dans la flore actuelle de l'Allemagne et de la Suisse nous trouvons 185 Apétales, 1010 Gamopétales et 1168 Polypétales. Voici à peu près la proportion des divisions : 1 : 5 $^1/_2$: 6 $^1/_4$, tandis que dans notre flore miocène c'est 12 : 5 $^1/_4$: 20 ou à peu près 2 $^1/_5$: 1 : 4. Nous voyons que dans cette dernière les Polypétales renferment quatre fois plus d'espèces que les Gamopétales, et que les Apétales sont plus riches du double, tandis que dans la flore actuelle des mêmes localités les Gamopétales ainsi que les Polypétales ont cinq fois plus d'espèces que les Apétales.

* Le nombre des Phanérogames que j'ai décrites dans ma Flore tertiaire de la Suisse se monte à 806 espèces; sur ce nombre, 70 sont très-imparfaitement connues et douteuses; dans ce qui précède et ce qui suit, je les ai laissées de côté. En les retranchant, nous n'avons plus que 736 Phanérogames, et en tout 850 espèces.

Le fait que les Apétales sont représentées en grande partie par des plantes ligneuses a eu sans doute quelque influence sur la proportion que nous avons indiquée. Puisque dans la flore miocène suisse nous rencontrons plus d'Apétales que nous n'en possédons maintenant, il est clair que ces végétaux ont joué dans l'ensemble du règne végétal un rôle plus important que maintenant. Les Apétales occupent la dernière place dans les Dicotylédones, et sont relativement beaucoup plus nombreuses dans la flore miocène que les formes d'une organisation plus parfaite, telles que les Gamo- et les Polypétales.

Les Phanérogames (avec 736 espèces) se divisent en 89 familles, ce qui donne une moyenne de 8 espèces par famille, tandis que dans notre flore suisse actuelle la moyenne est de 22,2 par famille. La flore était donc relativement beaucoup plus variée que maintenant, puisque les espèces appartenaient à des types de famille plus nombreux que ceux de notre époque actuelle. Une des preuves de cette richesse se trouve dans le fait qu'il fallait 10 des plus riches familles pour représenter à elles seules la moitié des Phanérogames. On peut établir comme règle générale que plus une flore est riche en espèces, plus il faut de familles pour représenter la moitié de la flore. Ainsi dans l'extrême nord, pour donner la moitié des espèces, 3 ou 4 familles suffisent, 8 ou 9 dans l'Europe centrale et 10 dans la Nouvelle Géorgie, la Caroline et Java. Notre pays possédait donc autrefois la même proportion que les pays chauds actuels.

Les 10 familles les plus riches en espèces de notre flore miocène, renfermant 362 espèces, sont : les Papilionacées avec 117 espèces ; les Cupulifères, 41 ; les Cyperacées, 39 ; les Laurinées, 25 ; les Graminées, 25 ; les Rhamnées, 25 ; les Myricées, 23 ; les Salicinées, 23 ; les Proteacées, 23, et les Acérinées, 22.

Ensuite viennent les familles qui ont de 10 à 21 espèces. Les Synanthérées, les Célastrinées, les Morées, les Juglandées, les Palmiers, les Conifères, les Mimosées, les Nayadées, les Ulmacées, les Vacciniées, les Sapindacées, les Anacardiacées et les Zanthoxylées. Elles compren-

nent 184 espèces, et avec les précédentes 545; ainsi ces 23 familles forment entre elles 75 °/₀ des Phanérogames.

La famille des Papilionacées est la plus riche, et ses espèces se rencontrent dans les mêmes proportions que maintenant dans les zones tropicales où elle tient aussi le premier rang. — Nulle part les Cupulifères n'ont occupé une place aussi importante que dans notre flore miocène, dont ils forment le 5 $^1/_2$ °/₀. Ils font partie, avec les Ormeaux, les Platanes, les Morées, les Bouleaux, les Myricées, de l'ordre des Amentacées (arbres à chatons) et possèdent avec les Salicinées 126 espèces, et avec les Papilionacées $^1/_3$ de la flore phanérogame. — Cette proportion ne se retrouve nulle part de nos jours. — En Allemagne et en Suisse, les Cupulifères donnent 2,30 °/₀; dans l'Amérique septentrionale, où ils sont le plus nombreux, seulement 3,5 °/₀ à 4,5 °/₀.

Les familles des Graminées et des Cypéracées, qui appartiennent à l'ordre des Glumacées, occupaient autrefois le même rang numérique qu'aujourd'hui dans les zones tempérées et torrides; les Laurinées et les Protéacées au contraire sont distribuées tout différemment. — Les dernières sont actuellement presque complétement reléguées dans l'hémisphère sud; dans la Nouvelle-Hollande, par exemple, elles sont représentées par des arbres et arbrisseaux en grand nombre; les premières sont très-répandues dans les zones chaudes et torrides; mais nulle part elles ne sont aussi nombreuses en espèces que jadis. Leur abondance extraordinaire pendant l'époque miocène leur assigne la première place parmi les arbres forestiers. Elles rappellent les forêts de Lauriers qui couvraient autrefois les Canaries et Madère, et qui se voient encore de nos jours dans l'intérieur de ces îles.

Parmi les plantes arborescentes, les Rhamnées et les Célastrinées étaient les plus répandues; l'ordre des Frangulacées surtout offrait une étonnante abondance d'espèces (54 espèces). D'autre part, il est à remarquer que les Labiées, les Scrophulariées, les Renonculacées, les Ombellifères, les Cariophyllées, les Crucifères et les Rosacées manquent complétement ou ne nous sont parvenues que dans un nombre d'espèces

très-restreint, ce qu'on peut attribuer en grande partie à la nature herbacée des plantes de ces familles, qui fournissent actuellement le contingent principal de la flore de notre pays.

3. MODIFICATIONS DE LA FLORE PENDANT L'ÉPOQUE MOLLASSIQUE.

Nous avons vu dans le chapitre précédent (page 340 et suivantes) que la mollasse avait demandé une longue série de siècles pour se former, et nous l'avons divisée en cinq étages, pendant lesquels survinrent d'importantes modifications dans l'état du sol. Il est intéressant d'examiner si pendant ce temps la flore suisse est restée la même, et, si tel n'est pas le cas, quelles ont été les transformations qu'elle a subies.

Nous ne connaissons que peu d'espèces appartenant au tongrien suisse, et elles ne peuvent nous fournir aucun renseignement pour la solution de la question. Ce sont des Palmiers pennatifides et à feuilles en éventail : Phœnicites spectabilis, le Sabal major et le Cinnamomum lanceolatum trouvés dans les environs de Bâle. Il y a quelques années, à une demi-heure au-dessus de Morgins dans le Val d'Illiers (Valais) et à deux places différentes, on a trouvé dans une ardoise gris-noir les feuilles d'un Podocarpus (P. eocenica Ung.) et le Zizyphus Ungeri Hr. (fig. 195). Mais ces arbres, découverts également ailleurs, ne peuvent pas nous servir à déterminer si ces ardoises, fort semblables à celles de Matt, sont tongriennes ou aquitaniennes.

La flore du quatrième étage ne nous a fourni qu'un petit nombre d'espèces*; mais le second, le troisième et le cinquième nous donnent en

* Nous connaissons 24 espèces de la mollasse marine subalpine, sur lesquelles 17 des carrières de Saint-Gall. Les autres, appartenant au quatrième étage, proviennent de la mollasse marine du canton de Vaud, et la plupart d'un gisement que forme au-dessus de Lausanne la base du grès coquillier ; ce gisemeut fait partie sans aucun doute des plus anciens dépôts de cet étage. On peut expliquer par là pourquoi le plus grand nombre de ces espèces (43 sur 72) ont des rapports avec celles de la mollasse grise de Lausanne. Si nous attribuons ces espèces au troisième étage, il en aurait ainsi 29 de plus,

revanche de riches matériaux de comparaison. Le tableau suivant indique la répartition des espèces dans les différents étages, et celles qu'ils possèdent en commun :

ÉTAGES	Espèces spéciales		Espèces communes avec le IIme étage.		Espèces communes avec le IIIme étage.		Espèces communes avec le IVme étage.		Espèces communes avec le Vme étage.	
	Espèces	%	Espèces	%	Espèces	%	Espèces	%	Espèces	%
Second étage. . (avec 336 espèces)	186	55	—	—	114	31	38	11	81	24
Troisième étage (avec 211 espèces)	58	27	114	54	—	—	50	23	87	41
Quatrième étage (avec 92 espèces)	26	30	38	44	50	58	—	—	39	45
Cinquième étage (avec 566 espèces)	390	68	81	14	87	15	39	7	—	—

Le second étage donne donc 81 espèces et le troisième 87, qui ont persisté jusqu'au cinquième, et qui ont ainsi occupé notre pays pendant un long espace de temps.

Une étude plus approfondie de la flore miocène augmentera sans doute considérablement le nombre des plantes communes aux différents étages; cependant chaque étage fournit des plantes nouvelles, tandis que d'autres disparaissent; mais leur nombre est si considérable que les notions

et il compterait 79 espèces spéciales, 120 communes avec le deuxième étage et 92 avec le cinquième. Il faudrait alors réduire le nombre des espèces de l'helvétien à 24; comme cependant 92 espèces seraient communes au troisième étage et au cinquième, il n'y a pas de doute qu'elles ont vécu également pendant le quatrième étage et qu'elles ont couvert la terre ferme de cette époque.

que nous possédons sur cette flore ne suffisent pas pour expliquer ce phénomène.

D'importantes modifications ont dû se produire dans le monde végétal pendant la période mollassique, et l'on peut établir comme suit les transformations principales qui eurent lieu :

1° Les arbres et les buissons à feuillage persistant forment en général les $^2/_3$ de la flore (non compris les plantes herbacées) ; dans la mollasse supérieure, ils diminuent relativement, tandis que dans l'aquitanien (avec 163 espèces) ils constituent les $^3/_4$ de la flore ; en revanche, dans l'œningien (avec 166 espèces), ils ne donnent pas beaucoup plus de la moitié des espèces.

Dans ce dernier étage, les arbres à feuilles caduques sont beaucoup plus nombreux que dans la mollasse inférieure, car dans le cinquième étage ils fournissent 154 espèces et dans le second 64 seulement.

2° Les Palmiers ne manquent, il est vrai, nulle part dans l'œningien, mais ils y deviennent très-rares, tandis qu'ils jouent un rôle important dans les étages inférieurs. La même observation s'applique aux Figuiers et aux Acacias à feuilles fines, au lieu que les espèces d'Érables et de Peupliers eurent une importance beaucoup plus grande dans la mollasse supérieure.

3° Les formes australiennes et tropicales diminuent dans la mollasse supérieure, et leur place est occupée par des formes des pays méditerranéens et du nord de l'Amérique. Dans le second étage et le troisième, on rencontre presque autant de types européens qu'asiatiques ; mais dans le cinquième les formes européennes dominent d'un quart. — Les types américains sont plus nombreux, au moins du double, que les asiatiques, et cela dans tous les étages. Dans notre flore mollassique, les formes tropicales sont en général moitié asiatiques et moitié américaines ; on y rencontre deux fois plus de formes subtropicales et à peu près quatre fois plus de formes de la zone tempérée américaine que d'asiatiques.

Les formes tropicales seraient donc plutôt asiatiques et les subtropicales ressembleraient à celles de l'Amérique tempérée.

4° Chaque étage a, comme nous l'avons vu plus haut, un nombre important d'espèces qui lui sont propres; mais on ne peut considérer comme caractéristiques à cet égard que celles qui avaient une grande area. — Dans le premier et le second étage, nous citerons comme tels le Zizyphus Ungeri, le Quercus furcinervis, la Dryandra Schrankii et la Myrica hakeæfolia; pour le second et le troisième : des Woodwardia, des Lygodia, le Sabal major et le Phœnicites spectabilis, le Sequoia Langsdorfii et le Cinnamomum spectabile, et pour le cinquième le Populus mutabilis, quelques Ormeaux à petites feuilles, le Laurus princeps, le Carpinus pyramidalis et d'élégantes Podogonia.

Le second et le troisième étage possèdent en commun plus de plantes caractéristiques de notre mollasse que tous les autres, si bien qu'on se demande s'ils ne devraient pas être réunis en un seul et même étage. Dans ce cas, nous aurions pour ces deux étages réunis 438 espèces, dont un bon nombre sont caractéristiques de la mollasse d'eau douce. — La flore de l'helvétien a plus de rapport avec celle du troisième étage qu'avec celle du cinquième; car, ainsi que nous l'avons expliqué plus haut, la plupart des espèces helvétiennes connues appartiennent aux plus anciens gisements mollassiques qui font transition à la mollasse grise. Si nous faisons abstraction des plantes des gisements inférieurs du quatrième étage, et que nous ne tenions compte que de celles de la mer mollassique subalpine, nous verrons que cet étage se rapproche du cinquième par 65 % de ses espèces; par conséquent la plus grande modification apportée à la flore miocène a eu lieu pendant le quatrième étage, c'est-à-dire pendant que notre pays miocène était recouvert par la mer.

4. APERÇU DES ESPÈCES.

Après ces traits généraux, passons en revue les principaux types de plantes qui ornaient notre pays pendant l'époque miocène; nous choisirons pour cela les espèces les plus importantes, car l'étude de leur area nous fournira de précieuses indications sur plus d'un fait intéressant.

Observons en premier lieu qu'à cette époque beaucoup d'espèces ligneuses étaient répandues sur une grande partie de l'Europe, et qu'en général, pendant l'époque tertiaire, l'aire des arbres et des arbrisseaux était beaucoup plus considérable que maintenant; ce qui prouve qu'il y avait alors une uniformité de climat plus grande que de nos jours; cela saute aux yeux quand on compare la répartition miocène des Sequoia, Taxodium, Glyptostrobus, des Camphriers et des Tulipiers avec la distribution actuelle de ces végétaux.

Les arbres ont aujourd'hui une aire en général plus restreinte que les herbes et surtout que les plantes d'eau et de marécages qui sont très-répandues. Tel était aussi le cas pendant l'époque miocène pour les Roseaux et les Typha qui, de même que leurs congénères actuels, se rencontraient sur presque toute l'Europe.

Il est très-intéressant de voir que pendant le miocène beaucoup de familles et de genres avec leurs nombreuses espèces vivaient côte à côte, tandis que de nos jours les espèces analogues sont dispersées sur tout le globe. Les espèces d'un même genre étaient donc autrefois réunies, tandis qu'aujourd'hui elles sont disséminées. Ce fait se remarque surtout pour les Noyers, les Peupliers, les Érables, les Lauriers, etc.

Dans la flore miocène de notre petit pays, nous voyons souvent groupés tous les types d'un genre, types actuellement dispersés sur toutes les parties de la terre et séparés par de grands pays. Cela prouve qu'ils proviennent tous d'un point commun, et qu'ils avaient autrefois une aire déterminée qu'ils ont franchie plus tard.

Sur 920 espèces de notre flore, 114 appartiennent aux Cryptogames et 806 aux Phanérogames. Les premières se divisent en deux classes: les Cryptogames cellulaires et les vasculaires; nous possédons 64 espèces des premiers. Les Champignons occupaient, comme dans la flore actuelle, la première place pour le nombre des espèces. Ce sont en grande partie des Champignons parasites vivant sur d'autres végétaux, et formant sur les feuilles et les tiges des taches et des points de couleur foncée. J'en ai décrit 42 espèces appartenant à des genres différents, et qui ont

pour la plupart une grande analogie avec les formes vivantes. Ils se rencontrent sur 26 genres de plantes différentes ; les Peupliers en fournissent 8, les Érables et les Chênes 4, et les Roseaux 2 espèces. Ces végétaux, comme à l'époque tertiaire, sont encore souvent attaqués par de nombreux Champignons ; ce sont en grande partie des espèces analogues, et on les retrouve sur les mêmes espèces d'arbres. Les feuilles de notre Chêne sont fréquemment tachées par de très-petits Champignons en forme de points : Sphæria punctiformis ; ces points ont une ressemblance remarquable avec la Sphæria interpungens Hr. qu'on trouve sur les feuilles de Chêne d'Oeningen. La Sphæria ceutocarpa envahit de son côté les feuilles du Peuplier, et y forme de grandes taches pâles et parsemées de points noirs qui sont les fruits de ce Champignon. A Oeningen, les feuilles du Peuplier offrent le même parasite. Le Sclerotium populicola Hr. y est encore plus commun ; on peut à peine le distinguer du S. populinum Pers., qui se rencontre très-fréquemment sur les feuilles mortes du Peuplier. Une Rhytisma, la Rh. acerinum apparaît surtout en automne, et n'est pas rare sur les feuilles d'Erable ; j'ai trouvé sur des feuilles d'Érable au Hohe-Rhonen le Rh. induratum Hr., qui lui ressemble beaucoup ; plusieurs autres espèces actuelles ont ainsi des analogues dans la flore miocène, et nous révèlent que les rapports entre ces parasites et les plantes qui les nourrissent existaient déjà dans ces temps reculés, et qu'ils se sont perpétués malgré les nombreuses transformations des espèces végétales. — D'autre part, on a découvert quelques types spéciaux à l'époque : ainsi on a trouvé sur les feuilles d'Érable une remarquable Depazea, la D. picta, et sur une Salsepareille la D. Smilacis Hr., elles n'ont pas encore été observées sur des végétaux analogues vivant actuellement.

On n'a reconnu jusqu'ici qu'une seule espèce de Champignon à chapeau, c'est l'Hydnum antiquum Hr. ; cependant cette classe a dû avoir de nombreux représentants dans les forêts sombres et humides de l'époque miocène, ainsi que le prouvent plusieurs Mycetophiles dont les larves habitent ces Champignons. Maintes larves de Cousins trouvent

leur nourriture dans les Champignons charnus, c'est pourquoi nous y rencontrons si souvent des vers blancs qui se transformeront plus tard en Insectes ailés. Quoique ces animaux soient bien petits et délicats, nous en avons trouvé 15 espèces différentes à Oeningen ; elles appartiennent aux genres Mycetophila et Sciara et étaient accompagnées d'un certain nombre de Coléoptères de Champignons : Scaphisoma, Scaphidium, Atomaria et Oxyporus, annonçant ainsi la présence des mélancoliques Champignons dans les forêts tertiaires.

Parmi les Algues, les Chara avec 9 espèces tiennent la première place ; les deux plus communes sont la Chara Meriani et Ch. Escheri A. Br., répandues dans toute la Suisse, et qui par place remplissent les roches de leurs fruits qui se comptent par millions. Elles tapissaient sans doute le fond des eaux d'un vert matelas, comme de nos jours les Chara vulgaris et hispida. Outre les fruits, on a trouvé les tiges de plusieurs espèces munies de leurs verticilles. Trois espèces de fines Conferves ont été recueillies ; c'est à elles que sont dues les matières mucilagineuses vertes de nos sources et de nos fontaines. Deux de ces espèces : Confervites debilis et C. Nægelii ornent les plaquettes de marne de Hohe-Rhonen de lignes gracieuses, ramifiées et extraordinairement fines. Une autre espèce, la C. œningensis présente des amas de longs fils entrelacés.

Les Lichens n'ont pas été observés, et les Mousses sont très-rares. Cependant j'en ai déterminé 3 espèces qui appartiennent probablement aux Hypnacées et qui vivaient dans l'eau. On n'a pas rencontré une seule trace de Sphagnum (Mousse des tourbières). Quoique les Cryptogames vasculaires n'aient pas joué à l'époque tertiaire un rôle aussi important que dans les temps primitifs, nous retrouvons cependant plusieurs types étrangers à notre flore actuelle, mais appartenant presque tous à des genres encore existants.

Les 50 espèces recueillies se divisent en 4 ordres : les Fougères, les Rhizocarpées, les Équisétacées et les Lycopodiacées. Ces dernières sont représentées à Oeningen par l'Isoëtes Braunii Ung. et l'I. Scheuchzeri Hr. Le premier ressemble beaucoup à l'I. lacustris L., espèce répandue

en Europe, en Asie et dans le nord de l'Amérique ; il forme un gazon vert dans le fond sablonneux des lacs et des étangs. L'espèce d'Oeningen a un fort rhizome d'où part une touffe de feuilles d'un demi-pied de long. Elle aimait aussi les fonds sablonneux, car elle ne se trouve à Oeningen que dans une couche spéciale arénacée.

Les Équisétacées (Queues de chat, Prêles), par cinq espèces, se rapprochent beaucoup des espèces vivantes ; nous en avons deux à Oeningen : Equisetum limosellum Hr. et limoselloïdes Hr., qui rappellent l'E. limosum L. de nos marais tourbeux ; l'E. Braunii Ung. se rapproche de l'E. hyemale du bord de nos cours d'eau et d'autres encore qui sont voisines de l'E. arvense et de l'E. sylvaticum. Elles avaient la même grandeur, et leurs gaînes la même forme ; leurs fruits étaient aussi réunis en chatons, ce qui du moins a été constaté pour quelques espèces ; à leurs articulations radicales se trouvaient de petits tnbercules ovalaires rangés en verticille. Cependant une espèce du Locle : E. procerum Hr. diffère par la grandeur de sa tige, qui a 16 lignes d'épaisseur, de toutes les espèces vivantes ; elle est là comme l'arrière-garde des Prêles gigantesques des périodes précédentes. A ces espèces se joint encore un genre : Physagenia, dont le Ph. Parlatorii Hr. a une tige articulée aussi grande que la précédente et munie d'ampoules verticillées placées autour des articulations. Celles-ci étaient entourées d'une gaîne entière, pointue en avant. Cette espèce, découverte pour la première fois à Monod, mais qui a été recueillie depuis lors dans plusieurs autres localités, vivait probablement dans l'eau ou dans la vase, et les ampoules servaient probablement à la maintenir dans l'élément liquide.

L'ordre le plus riche des Cryptogames vasculaires est celui des Fougères. Il se divise en 4 familles, 11 genres et 37 espèces, qui constituent la grande masse des végétaux de ce groupe dans notre flore miocène. Actuellement nous avons tout autant d'espèces vivant en Suisse.

Si l'on compare les Fougères miocènes avec les nôtres, on rencontre, il est vrai, quelques espèces homologues ; mais le caractère de ces flores est tout à fait différent, quoique beaucoup de genres leur soient communs.

Les deux familles des Schizaées et des Hymenophyllées manquent dans notre flore suisse, et les Polypodiacées, qui possèdent, ainsi qu'autrefois, le plus grand nombre d'espèces, présentaient alors pour la plupart des formes d'un cachet spécial. Les Schizaées nous fournissent le remarquable genre Lygodium avec 5 espèces; ce sont des Fougères grimpantes à feuilles palmées ou pennatifides qui portent leurs fruits sur leur bord frangé. Aujourd'hui elles vivent surtout à Java, mais on en trouve une au Japon et une dans l'Amérique du Nord. — Nos espèces miocènes sont proches parentes de celles de Java, et se rencontrent surtout à la Paudèze (près Lausanne), où une espèce, le Lygodium Gaudini Hr., fut trouvée avec feuilles et fruits. Elle est figurée avec le L. Laharpii au feuillage fin, dans le coin droit de la planche qui représente Lausanne à l'époque miocène.

Parmi les Polypodiacées, nous remarquons les Pteris œningensis A. Br., qui est très-voisin de notre Pt. aquilina; l'Aspidium Filix antiqua A. Br., proche parent de l'Asp. Filix mas. et l'Asp. Escheri Hr., qui se rapproche de l'Asp. thelypteris Sw. actuel; trois autres Pteris, au contraire, n'ont de ressemblance qu'avec des formes méridionales.

La Woodwardia Rœssneriana Ung. sp. était une superbe Fougère à grandes feuilles pennatifides, dont les pinnules, également pennatifides, avaient un demi-pied de longueur. Les sores allongés étaient placés sur deux rangs dans un champ particulier, le long de la côte centrale du lobe des pinnules. A. Eriz, cette espèce était commune; on l'a recueillie également à Monod et à Rothenthurm. Elle est si semblable à la W. radicans W. qu'elle peut être considérée comme l'aïeule de cette espèce, qui habite le midi de l'Europe et les Canaries; de même que celle-ci étale son feuillage élégant dans les forêts de Madère, de Ténériffe, de l'Espagne et du sud de l'Italie; de même aussi la W. Rœssneriana ornait les forêts primitives de notre Suisse. La Lastræa stiriaca Ung. sp., autre grande espèce, était encore plus commune; elle était la plus répandue dans la flore miocène de l'Europe. Son tronc était probablement ligneux, court et garni à son sommet d'une couronne de feuilles (voir fig. 164, 5).

Celles-ci, de 3 pieds de long et de 1 pied de large environ, étaient divisées en longues pinnes étroites et parcourues par des faisceaux de nervures portant les sores. — La Lastræa prolifera Kaulf. sp., qui vit actuellement dans l'Amérique tropicale, est sa plus proche parente. Notre flore miocène possédait encore plusieurs formes très-semblables, ainsi la Lastræa polypodioides Ett. sp. (de Rivaz) et la L. helvetica Hr. (Rivaz et Hohe-Rhonen), qui étaient ornées de belles frondes et avaient aussi une parenté très-rapprochée avec cette espèce américaine (L. prolifera). Dix-sept Fougères miocènes ont un cachet tropical; sur ce nombre, 8 ont de l'analogie avec des espèces de Madère et des Canaries, et 9 avec des espèces européennes.

La famille des Osmundacées n'est représentée que par une espèce dans notre flore miocène: Osmunda Heerii Gaud. (de Rivaz), très-voisine de la seule espèce européenne (O. regalis) et de l'O. spectabilis W., qui vit dans l'Amérique septentrionale.

Les Rhizocarpées forment un ordre très-remarquable de plantes aquatiques marécageuses; elles sont représentées dans notre flore miocène par deux genres: une petite Pillularia et deux Salvinia. Ces dernières ont sans aucun doute vécu dans l'eau; j'ai trouvé la Salvinia formosa Hr. dans les marnes de la Schrotzburg, où elle n'est pas rare. Elle a des feuilles ovales avec un réseau de nervures fines et en treillis. Elle est beaucoup plus grosse que la seule espèce européenne, S. natans L., et rappelle la Salvinia hispida Kth. de l'Amérique tropicale.

Les Cycadées, de la sous-classe des Gymnospermes, s'étaient éteints, sauf deux espèces représentées seulement par des morceaux de tronc et des restes de feuilles qui ne permettent pas de les déterminer avec certitude.

Les Conifères sont beaucoup plus nombreux et donnent des espèces appartenant à 4 familles et 9 genres. Les Gnetacées ne nous ont fourni qu'une espèce: Ephedrites Sotzkianus Ung., qui ressemble aux Éphèdres de la zone méditerranéenne; elle formait de petits buissons à rameaux nus, articulés et striés. Nous n'avons retrouvé également qu'une espèce

des Podocarpées : le Podocarpus eocenica Ung. ; c'était probablement un arbre à feuilles raides, coriaces et lancéolées, à feuillage persistant et semblable à son parent actuel, le P. chilina Rich. du Chili. Jusqu'ici il n'a été observé chez nous que dans l'aquitanien inférieur (à Ralligen près du lac de Thun et au val d'Illiers).

Les Cupressinées et les Abiétinées sont les deux familles qui contribuèrent le plus largement à la flore forestière miocène, non-seulement en Suisse, mais dans toute l'Europe.

En Suisse, les Cupressinées avaient 9 espèces et les Abiétinées 17 espèces. Parmi les premières, c'est le Glyptostrobus europæus Br. qui domine. C'était un arbre muni de rameaux serrés et garnis de feuilles squammiformes, tout à fait semblable à nos Cyprès, seulement les feuilles n'étaient pas opposées comme chez ceux-ci, mais alternes. Les fleurs mâles (fig. 155 b) formaient de petits chatons ovales à l'extrémité

Fig. 155. Fig. 156. Fig. 158.

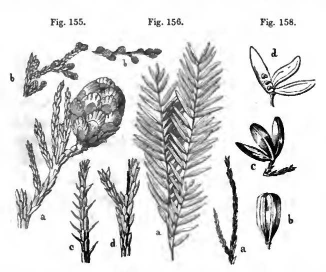
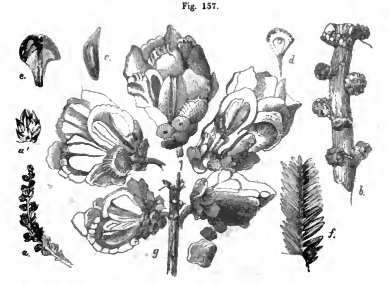


Fig. 155. **Glyptostrobus europæus** Br. sp. d'Oeningen ; a. rameau avec fruits mûrs ; b. chatons mâles ; c. rameau avec feuilles écartées ; d. rameau avec feuilles repliées. — Fig. 156. **Taxodium distichum miocenum** ; a. de Hohe-Rhonen ; b. fleurs mâles de Bilin. — Fig. 158. **Widdringtonia helvetica** Hr. de Hohe-Rhonen ; a. rameau ; b. cône fermé ; c. cône ouvert ; d. cône ouvert, avec semences.

des rameaux, et les femelles placées plus bas étaient disposées en épis. Ceux-ci se transformaient à la maturité des fruits en cônes ovalaires (fig. 155 a) dont les écailles striées sur la partie externe avaient une pointe crénelée. Oeningen nous en a fourni de beaux rameaux, des fleurs et des fruits, mais on en a recueilli aussi à Hohe-Rhonen, près de Rufi, à Monod, à Rivaz, près de Sensales et au Locle; cet arbre était donc répandu surtout dans notre domaine mollassique. Il a beaucoup d'analogie avec le Glyptostrobus heterophyllus Br. sp. du Japon et de la Chine, qui est très-buissonneux, d'un vert bleuâtre et qui provient probablement de l'espèce tertiaire; mais il s'en distingue par les écailles du cône, qui sont terminées par un plus petit nombre de dents arrondies, et sont pourvues à la face externe d'un crochet saillant. Cette espèce vit maintenant dans l'est de l'Asie, tandis que son congénère tertiaire était répandu dans toute l'Europe, car il est aussi commun en Allemagne et en Italie que chez nous; on l'a recueilli aussi en Grèce, et dans le nord, au Grœnland et à Alaska. Son aire s'étendait du 39° au 70° lat. nord.

Notre Cyprès de marais miocène, le Taxodium distichum miocenum (fig. 156 et 157) avait une aire plus considérable encore. Il est moins abondant en Suisse, il est vrai, que le précédent, quoiqu'on le rencontre dans six gisements différents (le plus riche est le Hohe-Rhonen) des mollasses supérieure et inférieure. Je l'ai reçu de plusieurs localités d'Allemagne et d'Italie; on en a trouvé de beaux cônes avec semences dans les argiles de Samland près de Königsberg (fig. 157 a), mais il était tout aussi commun dans le nord du Grœnland et du Spitzberg. Nous avons reçu de ce dernier pays un très-grand nombre de rameaux, d'écailles, de semences et de chatons mâles (fig. 157); on le rencontre aussi à Alaska et à Orenburg dans l'Oural; il est probable qu'il vivait dans les pays intermédiaires de ces localités extrêmes. Cette espèce a une analogie complète avec le Cyprès de marais américain (Taxodium distichum Rich. sp.), arbre fameux du Mexique et du sud des Etats-Unis. Elle a comme celui-ci des feuilles alternes et distiques munies d'une seule ner-

Fig. 157.



Taxodium distichum miocenum; a. chatons mâles; a'. chaton grossi; b. fleurs femelles; c. semence; d. e. écailles du cône; f. rameau. Tous ces échantillons sont du Spitzberg, 78° lat. nord; g. cône du Samland, près Konigsberg. La plupart des écailles nous montrent leur partie intérieure avec les semences.

vure, retrécie à la base en un pétiole très-court. Ce feuillage rappelle celui de l'If dont les feuilles sont cependant beaucoup plus raides et d'un vert plus foncé. Chez l'arbre fossile, ainsi que chez le vivant, les petits chatons mâles (fig. 157 b, de Bilin, 157 a, du Spitzberg) sont insérés en grand nombre le long des rameaux; les semences et les cônes ont aussi une forme identique.

Les Taxodium poussent des rameaux annuels qui tombent en automne; pendant l'hiver ils sont complétement dépouillés. Plus qu'aucun autre arbre ils aiment la vase molle des marais, où ils enfoncent des quantités énormes de racines; ils se plaisent surtout dans les lieux où le sol est complétement inondé, tels que les baies et les bassins riverains du Mississipi, dans les petits lacs intérieurs et dans les immenses marais de la Virginie et de la Caroline. Lorsqu'ils ont atteint une certaine taille, ils

s'enfoncent graduellement et envahissent ainsi petit à petit les réservoirs où ils croissent. Les uns conservent leur position verticale, les autres tombent dans toutes les directions et couvrent le sol ; on rencontre souvent des amas de 100 à 800 de ces arbres d'une taille de 40 à 70 pieds ; il leur a donc fallu plusieurs milliers d'années pour combler les bassins lacustres et enfouir en terre leurs énormes dépôts de matière organique. Souvent il arrive qu'un fleuve fait irruption et mine le sol ; on voit alors les Cyprès et leurs prodigieuses racines emportés par le courant créer un véritable danger pour les bateaux à vapeur du Mississipi. Ces arbres flottants (Snakes) s'accumulent en quantités considérables à l'embouchure du fleuve et forment ainsi dans la vase, des dépôts ligneux. Ces faits jettent une lumière intéressante sur les gisements marneux et carbonifères de notre mollasse ; car les ancêtres du Cyprès américain vivaient à l'époque miocène en Amérique, en Asie, et étaient répandus dans toute l'Europe, même jusqu'au 78° lat. nord ; ils y jouèrent un rôle semblable à celui de son descendant dans le nouveau monde actuel.

Les deux autres Cupressinées de notre terrain miocène sont moins importantes vu leur aire plus restreinte : ce sont les Widdringtonia helvetica Hr. et le Libocedrus salicornoides Ung. sp. Il est intéressant de remarquer que ces deux genres sont de nos jours complétement étrangers à la flore européenne. Le genre Libocedrus se reconnaît à ses rameaux articulés et plats, munis de feuilles squammiformes appliquées contre eux et opposées ; on ne le rencontre plus maintenant qu'en Californie, au Chili et en Australie. Le genre Widdringtonia (fig. 158) a des feuilles squammiformes alternantes et serrées contre les rameaux ; ses cônes sont petits et composés seulement de 4 écailles ; il ne se trouve plus aujourd'hui qu'au Cap et à Madagascar. Ces genres sont représentés par des arbres qui ont l'apparence du Cyprès ; le Libocedrus du Chili fournit un excellent bois de construction et forme un important article de commerce pour le pays qui le produit. Le Libocedrus (L. salicornoides Ung.) n'a été recueilli en Suisse qu'à Monod et en morceaux très-incomplets (Radoboj en a fourni de superbes rameaux entiers) ; le

Hohe-Rhonen au contraire a donné de nombreux rameaux du Widdringtonia accompagnés de cônes et de semences.

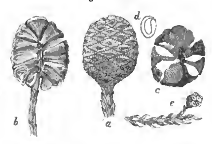
Nos Cupressinées miocènes n'offrent que des formes étrangères et les Abiétinées s'écartent de même des types indigènes suisses. Nous possédions deux genres : les Pins et les Sequoia ; ceux-ci vivent maintenant exclusivement en Californie, tandis que ceux-là sont répandus dans tout l'hémisphère nord. Ils se divisent en cinq groupes : les Pins, les Sapins, les Sapins Pesse, les Mélèzes et les Cèdres ; les deux derniers manquent à la flore miocène suisse. Les Sapins sont représentés par une espèce : le Pinus microsperma Hr. qui ressemble beaucoup au P. alba L. d'Amérique par la ténuité de ses semences, mais il s'écarte complétement de notre Sapin commun. Les Sapins Pesse nous offrent 3 espèces, mais très-imparfaitement déterminées. Les Pins au contraire nous sont parvenus avec 11 espèces très-faciles à reconnaître ; chez 3 de ces espèces, les feuilles sont rangées par faisceaux de trois ; on n'observe ce caractère que chez les Pins des Canaries et chez quelques espèces américaines.

Le P. tædæformis Ung. sp. de Lausanne avait des feuilles disposées par trois, de 4 à 5 pouces de long, comme chez le P. tæda L. d'Amérique ; chez le P. Saturni Ung. du Locle, analogue au P. patula Schd. de Mexico, les aiguilles avaient un demi-pied de long.

Ces Pins à longues aiguilles devaient avoir une tout autre apparence que ceux qui habitent la Suisse de nos jours. Deux espèces se rattachent au groupe des Conifères américains à feuilles en faisceaux de cinq aiguilles longues et fines ; l'une a reçu le nom de Pin strobe antédiluvien (P. palæostrobus Ett.). Elle appartient aux Pins miocènes les plus communs et nous l'avons trouvé dans les gisements de Ralligen, Monod, Hohe-Rhonen, Lausanne et Saint-Gall ; on les reconnaît à leurs aiguilles longues et ténues.

Les espèces à faisceaux de deux feuilles s'écartent aussi beaucoup de nos Pins ordinaires ; deux espèces de cette famille, le P. hepios et le P. Hampiana rappellent des formes américaines. En général tous ces Pins sont rares ; mais, en revanche, le genre Sequoia appartient à un des


Fig. 158 B.



Sequoia Langsdorfii; a. cône de Rixhöft; b. section longitudinale avec la semence; d. semence; e. fleurs femelles. Du Grœnland 70° lat. nord.

types les plus importants des anciennes forêts tertiaires. — L'area de nos deux espèces, Sequoia Langsdorfii Br. sp. et Sternbergi Gp. sp., était très-remarquable, car nous les trouvons depuis l'Italie centrale et la Grèce jusqu'aux zones arctiques. J'ai reçu le Sequoia Langsdorfii (fig. 158 B) des Montagnes Rocheuses (Rocky Mountains des Anglais dans le nord-ouest des Etats-Unis), de Mackensie et du Grœnland de 70° lat. nord; il se trouve aussi au Kamtschatka, à Alaska, aux Kouriles et dans les steppes du Turkestan (environs d'Orenburg). Il formait donc comme une ceinture autour de la terre septentrionale; mais on l'a signalé aussi sur plusieurs points de l'Europe centrale. Chez nous, la mollasse inférieure seule l'a donné (très-commun à Monod), tandis qu'en Italie et en Galicie il se rencontre fréquemment dans l'étage œningien. Le Sequoia Sternbergi est très-rare chez nous (d'Oeningen), mais on l'a trouvé dans plusieurs localités d'Allemagne et d'Italie, et il est curieux de voir que c'est en même temps un des arbres les plus communs des lignites islandais (appelés Surturbrand). J'ai vu des rameaux couverts de feuilles et des cônes provenant de cette localité; les gros troncs qui gisent en terre dans le nord de l'île et jusque sous la zone polaire semblent appartenir à cette espèce.

Tandis qu'à l'époque miocène ces deux Sequoia avaient une aire immense, les deux seules espèces qui vivent actuellement sont exilées dans

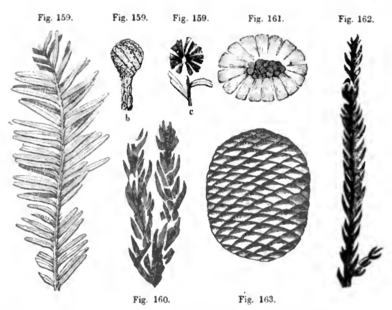


Fig. 159. **Sequoia Langsdorfii** Br. sp. Rameau de Monod; b. jeune cône de Salzhausen; c. coupe d'un cône de Monod. — Fig. 160, 161, 162, 163. **Sequoia Sternbergi.** — Fig. 160. Morceau de rameau du Surturbrand d'Islande.— Fig. 161. Coupe d'un cône d'Islande. — Fig. 162. Morceau de rameau de Sotzka. — Fig. 163. Cône de Chiavon, dessiné d'après une empreinte en plâtre prise sur l'original.

un canton très-restreint. L'une, le S. sempervirens Lamb. sp. (arbre à bois rouge, Redwood), ressemble tellement au S. Langsdorfii qu'il faut le considérer comme son descendant; l'autre, le S. gigantea Lindl. (arbre du Mammouth), est dans les mêmes rapports avec le S. Sternbergi.

Les S. Langsdorfii et sempervirens ont des feuilles raides, coriaces, allongées, rétrécies à la base et un peu décurrentes sur la branche; elles sont distiques comme chez l'If. Les cônes sont petits, et leurs écailles écussonnées renferment plusieurs rangées de graines ailées. Chez les S. Sternbergi et gigantea, les cônes sont beaucoup plus grands (de la grosseur d'un œuf de poule); les feuilles enveloppent la branche et y sont appliquées dans leur partie inférieure.

Les côtes de la Californie sont peuplées de grandes forêts de Sequoia sempervirens (Redwood), dont le tronc atteint jusqu'à 250 pieds d'élévation. Le S. gigantea habite seulement l'intérieur des terres, c'est le spécimen le plus gigantesque du règne végétal et une des merveilles de ces contrées. Nous avons reçu dernièrement de nombreuses descriptions de cet arbre admirable, qui acquiert quelquefois une taille de 300 à 320 pieds et un diamètre de 20 à 30 pieds. Témoin des âges passés, il a persisté dans la flore actuelle; on ne le rencontre maintenant que dans fort peu de localités, tandis qu'autrefois son aïeul était répandu sur toute la terre.

Le Sequoia gigantea (l'arbre Mammouth), avec ses rameaux couverts de feuilles, a l'apparence d'un Cyprès, tandis que le S. sempervirens a plutôt le port de l'If. On avait fait dès l'abord du premier un genre spécial (Wellingtonia), lorsqu'on reconnut à la structure des cônes et des semences qu'il appartenait réellement au genre Sequoia.

La flore miocène européenne possédait encore cinq espèces de Sequoia qui offrent une transition entre les formes extrêmes : S. sempervirens et S. Langsdorfii, et les gigantea et Sternbergi ; ce sont : le Sequoia Couttsiæ Hr. d'Angleterre, de l'ouest de la France, du Samland et du Grœnland qui, par la forme de ses feuilles se rapproche du Sternbergi, et par ses cônes et ses semences des sempervirens et Langsdorfii ; il tient le milieu entre le premier et les deux derniers. Le S. Hardtii Endl. sp., qui est un intermédiaire entre le S. Couttsiæ et le S. Langsdorfii, tandis que la troisième espèce, S. Ehrlichii Ung., a plus de rapports avec le Sternbergi, et que les quatrième et cinquième, S. Nordenskiöldi du Spitzberg et S. brevifolia, se rapprochent davantage du sempervirens. Nous voyons par ce qui précède qu'à l'époque tertiaire le genre Sequoia était riche en espèces et occupait une place importante. Les formes intermédiaires n'ont pas persisté jusqu'à nos jours, et il ne nous est resté que les types extrêmes, dont les caractères même se sont un peu modifiés.

En remontant dans l'histoire géologique, nous trouvons déjà des traces du remarquable arbre Mammouth, car il avait déjà fait son apparition

pendant l'époque crétacée. Le S. Reichenbachi, dont nous avons parlé (page 269), n'était autre que le précurseur de l'espèce tertiaire.

Les Monocotylédones, qui sont si faciles à reconnaître à la distribution des nervures dans les feuilles, donnent à la flore actuelle entre $^1/_4$ et $^1/_5$ environ des Phanérogames; mais cette proportion est bien plus forte si l'on tient compte du nombre des individus, car dans les climats froids et tempérés les prairies sont peuplées de la grande famille des Graminées, les marais et les lieux humides de Cypéracées et de Roseaux. Sous les tropiques, les forêts se composent en grande partie de Palmiers majestueux, de Bananiers, de Pandanées et de Dracænna. Ces Monocotylédones occupaient vraisemblablement une place analogue dans notre flore miocène, quoique les espèces qui nous sont connues ne forment qu'un sixième environ des Phanérogames. — Les Glumacées avec leurs 64 espèces en constituaient comme maintenant une notable partie. Sur ce nombre, 25 appartiennent aux Graminées et 39 aux Cypéracées. La plupart des Graminées ne nous sont connues que par des feuilles, des brins de chaume et par des morceaux de racine, en sorte qu'il est impossible de les déterminer avec certitude. Quelques-unes cependant nous sont parvenues avec les fleurs et les fruits, et on a reconnu une espèce de Riz et quatre espèces de Millet. Ce que l'on rencontre le plus fréquemment, ce sont des Roseaux à larges feuilles. On en distingue deux espèces, dont l'une, l'Arundo Gœpperti, est pourvue de solides rhizomes et de feuilles dont les nervures longitudinales sont presque toutes égales; l'autre, le Phragmites œningensis A. Br. (fig. 164-66), a des rhizomes fistuleux et des feuilles sur lesquelles entre deux fortes nervures longitudinales courent de 2 à 7 nervures plus fines. La première ressemble beaucoup au Roseau italien : Arundo Donax L., qui est très-répandu dans la zone méditerranéenne et très-fréquemment apporté dans nos contrées sous forme de cannes à pêche et de navette de tisserand; la seconde a beaucoup d'analogie avec le Roseau commun, Phragmites communis Trin. de nos lacs et de nos marais, et ne s'en distingue que par la nervure médiane qui manque dans les feuilles de la plante mio-

cène. — Dans les terrains mous, vaseux ou spongieux, leurs rhizomes prennent un très-grand développement, tandis que dans un sol sablonneux et compact les nœuds du rhizome sont rapprochés; ces caractères nous fournissent donc des indices sur la nature du sol habité par ces plantes. A Oeningen et à la Paudèze, les rhizomes ont des nœuds très-espacés; il est facile d'en conclure que ces Roseaux ont cru dans un sol marécageux et vaseux.

Quant aux Cypéracées, nous ne les connaissons également pour la plupart que par des feuilles et des chaumes; on a trouvé cependant aussi quelques fleurs et quelques fruits qui nous permettent de reconnaître les genres Laiche, Jonc et Cyperus analogues à ceux de notre flore. Les espèces du genre Cyperus sont rares maintenant chez nous; tandis qu'autrefois il y avait, ainsi que dans les zones chaudes et torrides, de nombreuses et très-grandes espèces. Le Cyperus Chavannesi, Hr. se fait remarquer par ses grandes et belles feuilles; le C. vetustus Hr. (fig. 164, 7) avait des épillets longuement et finement pédonculés, formant de grandes ombelles semblables à celles du Papyrus.

Les Typhacées avaient aussi des feuilles très-allongées; elles se divisaient comme aujourd'hui en deux genres : Typha et Sparganium. Leurs espèces étaient voisines de celles de notre flore qui sont répandues en Asie, en Amérique et en Europe; la même distribution tertiaire a pu être constatée pour une grande partie de ce continent. Le Typha latissima A. Br. avait des tiges épaisses et des feuilles encore plus larges que le T. latifolia ordinaire de nos marais, qui a un port si particulier avec ses fruits bruns en forme de pompons allongés. Le T. latissima était commun à Oeningen et à Hohe-Rhonen. Les parois supérieures des mines de charbon de Greith étaient, lorsque je les visitai, tapissées de longs rubans bruns provenant des feuilles de cette plante, indice que la localité avait été occupée par une forêt marécageuse où ces Typha abondaient.

Les Sparganium n'étaient pas rares non plus; le S. valdense Br. rappelle le S. ramosum L. de notre flore. A Monod, on en a recueilli des

tiges avec leurs feuilles, ainsi que les capitules globuleux des fleurs mâles et des fruits.

Les Joncacées vivaient sans doute aussi dans les marécages; nous avons les fleurs et les fruits de trois espèces dont deux ont beaucoup d'analogie avec les espèces vivant actuellement.

Les Najadées sont des plantes exclusivement aquatiques; on a retrouvé 7 espèces de Potamogeton. Le P. geniculatus A. Br., à feuilles longues et étroites, rappelle le P. pusillus de nos eaux, et le P. Bruckmanni A. Br. le P. Hornemanni.

Les Juncaginées fournissent un genre spécial : Laharpia, que l'on peut comparer à la Scheuchzeria vivant actuellement dans les marais tourbeux.

Les Hydrocharidées donnent une espèce du genre Stratiotes et l'Hydrocharis orbiculata Hr. dont les feuilles rondes flottaient sans doute sur les eaux comme celles de notre Nymphæa alba.

On a recueilli à Oeningen une Iridée : l'Iris Escheræ Hr., qui était entière, avec des feuilles et une fleur, et à Lausanne une charmante espèce de la famille des Ananas étrangère à l'Europe, la Puya Gaudini Hr., qui ressemble au Puya arborescent du Chili ; elle a comme celui-ci un tronc ligneux garni d'un faisceau de feuilles longues et aiguës. Le Zingiberites multinervis Hr., espèce de Gingembre, avait un port aussi exotique que la précédente, avec ses grandes feuilles parcourues par de nombreuses nervures parallèles ; on l'a découverte dans les marnes du Rossberg.

Dans la famille des Liliacées, les Salsepareilles dominent ; elles formaient des buissons grimpants toujours verts, avaient des feuilles rondes présentant ordinairement à la base une échancrure cordiforme. Nous avons décrit ailleurs 8 espèces de ce genre, parmi lesquelles le Smilax sagittifera Hr. est voisin du Smilax aspera L. du sud de l'Europe. Le Sm. orbicularis Hr. se rapporte au Sm. excelsa L. de Grèce et d'Asie. Le Sm. obtusangula Hr. au Sm. Alpini W. de Grèce, tandis que les autres rappellent des formes américaines. Quatre espèces étaient for-

tement représentées au Locle ; elles se trouvent aussi à Oeningen et dans les environs de Lausanne. Ces végétaux vivaient sans doute dans les forêts comme nos Lianes, entrelaçant les arbres et les buissons de leurs vertes guirlandes.

L'ordre le plus remarquable des Monocotylédones est sans contredit celui des Palmiers. Leurs troncs ordinairement simples et cylindriques sont ornés d'une superbe couronne de feuilles qui leur donne un aspect spécial et qui permet de les distinguer facilement de tous les autres végétaux. — Ils appartiennent exclusivement aux zones chaudes et torrides et prêtent aux paysages tropicaux une physionomie particulière qui est devenue la carastéristique de ces pays.

Fig. 161.



Palmiers suisses restaurés d'après les feuilles : 1. **Sabal major** Ung. sp. ; 2. **Phoenicites spectabilis** Ung. ; 3. **Flabellaria Ruminiana** Hr. ; 4. **Manicaria formosa** Hr. ; 5. **Lastræa stirlaca** Ung. sp. ; 6. **Phragmites œningensis** A. Br. ; 7. **Cyperus vetustus** Hr.

Les Palmiers étant faciles à reconnaître à la forme de leurs feuilles, même pour ceux qui ne s'occupent pas de botanique, on comprend aisément que l'attention se soit portée depuis longtemps sur ces arbres qui ornaient notre pays tertiaire. En effet, il y a peu de pétrifications aussi propres que celles des Palmiers à démontrer qu'autrefois notre pays était couvert de plantes appartenant aujourd'hui aux zones chaudes et torrides; c'est pourquoi nous leur consacrerons quelques pages.

En Suisse, on a trouvé les feuilles de 11 espèces, les troncs de trois, et les spathes et la fleur d'une seule; j'ai porté le total de ces espèces à 15, quoiqu'il soit bien possible que les troncs appartiennent à celles dont nous avons les feuilles; tel est probablement le cas pour le Palmacites helveticus Br. sp.; c'est ainsi qu'ou a appelé les morceaux de tronc découverts dans les lignites de Käpfnach près d'Horgen et qui forment de grands faisceaux de longues fibres filiformes. — A la même place on a recueilli récemment des morceaux d'écorce d'un Palmier et quelques débris d'une feuille à éventail qui proviennent du Sabal hæringiana Ung. — En ne tenant compte que des feuilles trouvées chez nous, nous obtenons onze formes différentes de Palmier; tandis qu'actuellement toute l'Europe ne fournit qu'une seule espèce indigène, le Chamærops humilis L.

En nous servant des feuilles pour base, nous classons ces Palmiers en deux groupes : Palmiers à éventail et Palmiers à feuilles pennées chez lesquelles ordinairement le pétiole primaire donne naissance à des folioles secondaires; le premier groupe réunit 7 espèces et le second 4.

Le Sabal major appartient aux Palmiers en éventail; c'est le plus commun et le plus important de la flore miocène; on le rencontre depuis l'Italie centrale jusqu'au nord de l'Allemagne (51° lat. nord). Le gisement le plus important de la Suisse pour ce Palmier se trouve aux environs de Lausanne; on y a recueilli de belles feuilles. Il ressemble au Sabal umbraculifera Jacq. sp. des Antilles, mais les feuilles des deux espèces n'ont pas la même dimension. — Le long pétiole, comme chez tous les Sabal, n'a pas d'épines et se continue daus l'éventail même par un prolongement

hasté ; c'est pourquoi les nervures disposées en éventail ne partent pas toutes du même point, puisqu'elles sont insérées sur ce prolongement. Ce Palmier avait probablement un tronc bas couronné d'nne touffe de feuilles (à 40 rayons) de 2 $^{1}/_{2}$ p. de long sur 3 de large environ. Nous avons cherché dans la fig. 164, 1, et dans la planche « *Lausanne à l'époque miocène,* » à rendre l'aspect de cette plante caractéristique pour notre mollasse.

Les deux espèces suivantes : les S. Ziegleri Hr. et S. hæringiana Ung. sp. ont de plus petites feuilles ; ces Palmiers ressemblent beaucoup sous ce rapport au Palmier des marais, le Schwamp Palmetto des Etats du sud de l'Amérique du Nord, et vivaient comme lui dans les marais et dans les endroits à terrain spongieux. L'éventail du Palmier nain européen est tout différent : chez ce dernier les nervures ou rayons partent d'un même point, c'est-à-dire sont toutes insérées à l'extrémité du pétiole. Nous avons rencontré cette disposition des nervures rayonnantes chez un Palmier du grès de Bolligen et d'Utznach ; c'est le Chamærops helvetica Hr. qui a par conséquent une grande analogie avec le Palmier du sud de l'Europe. A côté de ces Palmiers, nous en avons encore trois espèces à feuilles en éventail dont la parenté est fort douteuse ; l'un d'eux, le Flabellaria Ruminiana Hr. est du plus grand intérêt. Il devait avoir de splendides frondes de 6 à 7 pieds de large. Chacune était divisée en 25 rayons environ, et parcourue par 3 nervures longitudinales plus saillantes ; ces rayons prenaient tous naissance à l'extrémité du pétiole. Cet arbre semble appartenir au groupe des Coryphinées et être voisin du genre indien Copernicia. On l'a découvert au tunnel de Lausanne et dans les carrières de grès de Lucerne. Nous avons essayé de le reproduire dans la fig. 164,3. Chez la Flabellaria latiloba Hr., découverte dans les marnes rouges de Vevey, les rayons de la feuille partent aussi tous de la pointe du pétiole, mais ils s'épanouissent promptement et formaient probablement de 10 à 12 divisions.

Les Palmiers à feuilles pennées sont plus rares dans notre flore que ceux à feuilles en éventail. — Nous en avons cependant 4 espèces bien

déterminées qui appartiennent à autant de genres. J'ai essayé d'en restaurer deux dont les débris de feuilles ont été découverts à Lausanne et à Hohe-Rhonen ; ils sont au centre du groupe (fig. 164, 2, 4). L'une de ces espèces, le Phœnicites spectabilis Ung., peut être comparée au Dattier ou encore mieux au Palmier Piassava du Brésil (Attalea funifera) ; on exporte en grand les fibres de ce dernier pour la fabrication de brosses et de balais. — Les feuilles de notre espèce fossile avaient probablement 10 pieds de long environ ; leur fort pétiole primaire porte de nombreux et longs segments de 1 à 1 $^1/_2$ pouce de large parcourus chacun par une nervure médiane ; ces segments sont si rapprochés que leurs bords se recouvrent mutuellement. — Ces énormes feuilles formaient sans doute une couronne à l'extrémité d'un tronc cylindrique. Chez la seconde espèce : Manicaria formosa Hr. (fig. 164, 4) les pinnes étaient soudées ensemble, et formaient un limbe indivis qui se déchirait irrégulièrement par le vent et la tempête comme nous le voyons chez le Manicaria saccifera Clus. sp. et chez le Pisang. Les Manicaria ont un tronc élevé qui porte une couronne d'immenses feuilles dressées. Notre espèce miocène devait avoir cette apparence.

Le Geonoma Steigeri Hr. était beaucoup plus petit ; on l'a recueilli dans les carrières de grès de Büron (canton de Lucerne). Les pinnes très-larges à la base se rétrécissent vers le sommet et sont parcourues par des nervures convergeant en avant comme nous le voyons chez les Géonomies, petits Palmiers des forêts vierges de l'Amérique tropicale.

La quatrième espèce de Palmier penné est le Calamopsis Bredana Hr. ; il appartient au groupe des Rotangs ou Palmiers joncs à qui leur tige grimpante d'une longueur prodigieuse et leurs feuilles pennatifides donnent un aspect tout différent de celui des autres Palmiers. Nous en avons reçu d'Oeningen de beaux morceaux de feuille ; d'un pétiole épais partent des pinnes longues, étroites, disposées par paires et qui sont parcourues par 10 ou 12 nervures longitudinales, entre lesquelles s'étendent encore 5 ou 6 nervures plus fines. — Cette disposition rap-

pelle celle des Rotangs actuels de l'Asie tropicale ; un spathe de fleurs d'un pied de long, qui m'a été envoyé d'Oeningen et qui appartient certainement à un Palmier, confirme cette analogie. Cependant les feuilles et les spathes n'ont pas d'épines, ce qui différencie cet arbre des espèces actuelles chez qui ces organes sont garnis d'épines.

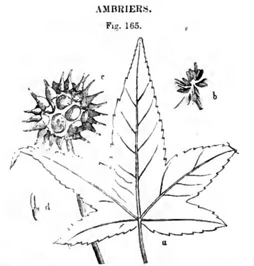
La masse principale des plantes tertiaires appartient aux Dicotylédones dont la flore mollassique a beaucoup plus de rapports avec la flore de nos jours qu'avec celle de l'époque crétacée ; elle se distingue de la flore vivante par le grand nombre des arbres apétales. Il y a des familles qui sont actuellement étrangères à l'Europe, savoir : les Balsamifluées, les Platanées, les Artocarpées, les Nyctaginées, les Protéacées ; quelques autres, telles que les Cupulifères, les Myricées, les Ulmacées, les Morées, les Laurinées, présentent une beaucoup plus grande richesse d'espèces tandis que les Salicinées se trouvent beaucoup moins bien représentées.

La flore actuelle possède 4 espèces de Balsamifluées, dont une du nord de l'Amérique, une seconde, très-semblable, de l'Asie occidentale, une troisième de l'Inde et une quatrième de la Chine. Nos deux espèces miocènes ont du rapport avec l'Ambrier américain, Liquidambar styracifluum L., qui donne du benjoin ou ambre liquide ; le Liquidambar europæum A. Br. lui ressemble tellement qu'il ne faudrait peut-être le considérer que comme une variété. — Ses feuilles longuement pétiolées (fig. 165 a) sont divisées en 3 ou 5 lobes qui sont régulièrement et profondément dentelés, et se terminent par une pointe étroite.

Les fruits allongés en bec et pointus (fig. 165 c) forment un capitule arrondi et renfermant des graines ailées (fig. 165 d). A côté de la feuille se trouve figuré un petit fascicule d'étamines (fig. 165 b) appartenant probablement aux fleurs mâles de cet arbre.

Ce Liquidambar atteignait sans doute une hauteur considérable ; il devait avoir le port de l'Erable et vivait non-seulement en Suisse mais en Italie et en Allemagne ; on l'a trouvé également dans le nord du Grœnland (sous 70° de lat. nord).

Fig. 165.



Liquidambar europæum Al. Br. d'Oeningen; a. feuille; b. fleurs mâles; c. fruit; d. semence, de la Schrotzburg.

Notre Platane tertiaire, Platanus aceroides Gœp. était répandu, depuis l'Italie centrale jusqu'en Islande, au Grœnland et au Spitzberg; il avait donc une area de 40 degrés de longitude sur 33 de latitude. La marne de la Schrotzburg (dans les environs d'Oeningen) nous a conservé toutes les parties de cet arbre, son écorce finement striée, de belles feuilles de plusieurs formes, des chatons mâles et des fruits, ces derniers se présentent, soit isolés et garnis de leur collerette de poils, soit réunis en capitule globuleux. Ce Platane ainsi que l'Ambrier n'est pas voisin d'une espèce orientale, mais bien du Platanus occidentalis L. américain, avec lequel il a tellement d'analogie qu'on ne peut distinguer leurs feuilles. Au contraire, les fruits, qui n'ont pas la même forme de massue, établissent une différence entre ces arbres. Il est remarquable que dans le ravin de la Schrotzburg il y ait abondance de feuilles de Platane, tandis qu'à Oeningen, éloigné seulement d'une demi-heure de cette localité, on n'ait trouvé jusqu'ici que quelques fruits. — Il y avait probablement aux environs de la Schrotzburg une forêt de Platanes dont les fruits ont été emportés par le vent dans le voisinage d'Oeningen.

Les Salicinées sont représentées par les deux mêmes genres que nous leur connaissons dans le monde actuel ; mais tandis que la flore de l'Europe moyenne compte douze fois plus de Saules que de Peupliers, dans la flore tertiaire le nombre des Peupliers le cède à peine à celui des Saules. On n'y trouve de ceux-ci ni le Saule Marceau (Capreæ) ni le Saule noircissant, ni le Saule Osier, ni les Saules des Alpes, qui sont si communs dans nos montagnes et nos vallées. Ils appartiennent pour la plupart, ainsi que les Saules peu nombreux de la zone chaude, à deux divisions de Saules arborescents : les Fragiles et les Amygdalinæ. Les plus communs, et ceux dont les espèces étaient le plus répandues, sont le Salix varians Gp. et S. Lavateri A. Br., dont nous connaissons les feuilles, les chatons mâles et les fruits. C'étaient des Saules à feuilles longues, étroites et dentées en scie comme celles du S. fragilis L. Le grand S. macrophylla Hr. avait des feuilles d'un pied de long sur plus de deux pouces de large ; on l'a recueilli à Hohe-Rhonen et près d'Eriz ; il est très-voisin du Saule des Canaries.

Tandis qu'en Suisse nous n'avons maintenant que 4 Peupliers à l'état sauvage, nous en retrouvons 8 espèces dans nos marnes et nos grès. — Ils se partagent en quatre groupes, savoir : 1° les Peupliers dits Trembles, à bractées profondément tailladées et munies de longs poils, à feuilles grossièrement dentées et parcourues de nervures latérales convergeant fortement en avant ; 2° les Peupliers noirs dont les feuilles aussi larges que longues sont munies de dents en scie et pourvues d'une bordure ; les bractées sont glabres ou légèrement pubescentes ; 3° les Peupliers Baumes à feuilles plus longues que larges, cordiformes, obovales ou elliptiques et dont les dentelures sont irrégulières ; 4° les Peupliers à feuilles coriaces ; leurs feuilles ont souvent le bord entier, et leurs fruits sont trivalves ; ils ne se rencontrent plus maintenant qu'en Asie, tandis que les Peupliers Baumes ne se voient plus qu'en Amérique et en Asie. A l'époque tertiaire, tous ces types, dispersés maintenant, étaient réunis dans notre pays.

Les Trembles étaient rares, il est vrai, et représentés seulement par le

Populus Heliadum Ung. ; mais les autres groupes étaient largement pourvus. Aux Peupliers noirs appartient le Populus latior A. Br., qui est très-semblable au P. monilifera Ait. et à l'angulata Ait., américains tous deux. Le P. latior était très-commun à Oeningen et a été trouvé également à la Schrotzburg, dans la mollasse du canton de Thurgovie, ainsi qu'à Kirchberg dans le Toggenbourg, au Ruppen et dans le calcaire du Locle. Nous possédons de cet arbre de beaux rameaux feuillés, des bourgeons, des fleurs et des fruits ; ses feuilles longuement pétiolées et dentelées atteignaient parfois une dimension très-remarquable. Le Populus melanaria Hr. (de Wangen et Lausanne) ressemble par la forme des feuilles à notre Peuplier noir. Le Populus balsamoides Gp., très-répandu dans notre mollasse, est proche parent du Peuplier Baume d'Amérique. Ses grandes feuilles en forme de cœur ou elliptiques avec leurs dents en scie se trouvent en abondance dans les grès de Lausanne, de l'Albis et d'Irchel. Il formait sans doute comme les Peupliers Baumes de grands arbres d'un beau feuillage. La 4[me] division (Peupliers à feuilles coriaces) forme un groupe oriental ; c'étaient de hauts buissons toujours verts, à feuilles coriaces. — Sur le même rameau les feuilles inférieures sont dentées, tandis que les supérieures sont plus allongées et ont le bord entier (fig. 166). Nous en trouvons une espèce (le P. mutabilis Hr.) seulement dans notre mollasse d'eau douce supérieure ; en revanche, l'autre espèce, qui en est voisine, le P. Gaudini Fisch., se rencontre dans la mollasse inférieure de Lausanne.

Le premier est un des végétaux les plus communs d'Oeningen ; nous en avons des fleurs, des fruits et de beaux rameaux couverts de feuilles. J'ai une plaquette de 1 pied de haut et de 1 ½ p. de large, sur laquelle s'étale une branche avec ses rameaux feuillés ; elle est en aussi bon état que si elle avait été préparée pour être conservée dans l'herbier de cette primitive époque. — Ce Peuplier est tellement voisin du P. euphratica Ol. (dont le P. diversifolia Schr. n'est qu'une variété), qu'il peut être considéré sans hésitation comme son aïeul. Les seules différences consistent en ce que l'espèce actuelle n'a pas les feuilles aussi grandes, que ses

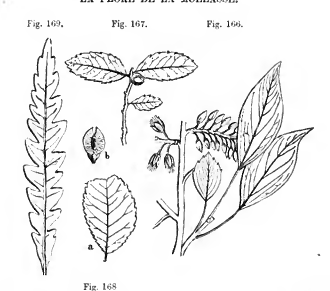


Fig. 166. **Populus mutabilis** Hr. ½ gr. nat. d'Oeningen. — Fig. 167. **Planera Ungeri** Ett., rameau avec fruit, d'Oeningen. — Fig. 168. **Ulmus Braunii** Hr., d'Oeningen; a. feuille; b. fruit. — Fig. 169. **Myrica œningensis** A. Br. sp.

fruits sont plus gros et que le rachis de ses épis est plus grêle. Ces caractères suffiraient-ils à en faire une espèce?

Le Peuplier de l'Euphrate croît près des fleuves de la Mésopotamie, dans le Kurdistan, dans le Songorei et dans le Chiva ainsi que sur les bords du Jourdain près de Jéricho, et forme des buissons d'environ 8 pieds de haut.

Le vaste ordre des Amentacées est représenté dans notre flore tertiaire par 90 espèces et 7 familles. Les Cupulifères y occupent le premier rang. Tous les genres de la flore européenne, à l'exception des Hêtres, y sont représentés; nous y retrouvons les Charmes, les Ostrya, les Noisetiers et les Chênes. — Les trois premiers de ces genres sont rares, quoique le Carpinus grandis Ung. et le Corylus Mac Quarrii Ed. Forb. sp. (C. grossedentata Hr.) aient été très-répandus dans une grande partie des pays tertiaires connus. Le genre Quercus est fort riche en espè-

ces; cependant leurs feuilles ne se trouvent nulle part en grand nombre. Sur les 35 espèces que j'ai décrites, les types indigènes actuels manquent presque complétement; ce sont, à peu d'exceptions près, des Chênes à feuilles coriaces, en partie à bord entier, en partie dentelées et même munies de dents transformées en épines comme on en rencontre en Amérique et dans les régions méditerranéennes. — Des vingt espèces qu'on peut comparer à des espèces vivantes, treize se distinguent comme formes américaines, cinq comme méditerranéennes et deux comme analogues à celles de la Perse. — Les premières sont les plus riches en formes et en même temps les plus répandues.

Parmi ces espèces nous en avons à feuilles longues, lancéolées et à bord entier, ainsi le Quercus neriifolia A. Br. semblable au Q. phellos L.; d'autres à feuilles fortement dentées: Q furcinervis Rossm. sp., Q. lonchitis Ung. et le Q. Drymeia Ung. — Le Q. furcinervis était très-répandu et rappelle les formes mexicaines des Q. Sartorii Liebm. et Q. lancifolia Schl.; d'autres encore dont les feuilles étaient divisées en grands lobes obtus: Q. Buchii Web., et en lobes pointus : Q. cruciata A. Br., comme chez le Q. falcata Mich.

Les formes méditerranéennes : Q. sclerophyllina Hr., le Q. mediterranea Ung. et Hagenbachi Hr. ont des feuilles raides, coriaces et à dents aiguës comme les Q. coccifera L., Q. pseudococcifera Desf. et Q. fruticosa Brot.

Les forêts de Chênes de notre pays miocène devaient avoir un tout autre aspect que celles que nous voyons d'ordinaire dans nos contrées; les Aunes et les Bouleaux au contraire croissaient au bord des baies et des courants d'eau sous des formes semblables à celles d'aujourd'hui, quoique nous ne puissions point constater de liens de parenté entre les 9 espèces du pays miocène et les nôtres. L'Alnus gracilis Ung. à petites feuilles est le plus commun, tandis que l'A. Kefersteini Gœp. sp., rare chez nous, est très-répandu en Allemagne. Il se rencontre aussi en Italie (Toscane) et s'avance jusqu'en Islande, au Kamtchatka et à Alaska. Un Bouleau, le Betula Dryadum Br., avait également une aire

considérable, mais on ne le trouve chez nous que dans la mollasse supérieure, tandis que le B. Brongniarti Ett. ne se rencontre que dans l'inférieure.

La famille des Ulmacées n'est représentée dans l'Europe centrale actuelle que par le genre Ulmus; mais pendant l'époque miocène il était accompagné des Planera qui vivent encore dans le sud du Caucase, en Crête et dans le nord de l'Amérique. L'espèce fossile Planera Ungeri Ett. (fig. 167) ressemble à l'espèce caucasienne, Pl. Richardi Mich.; à leurs feuilles on peut à peine les distinguer; il n'en est pas de même de leurs fruits, car ceux de la première sont plus petits et plus arrondis. Cet arbre se rencontre dans tous les étages de notre mollasse; il a sans doute vécu en bouquets dans les bas-fonds humides et au bord des fleuves comme son congénère actuel des montagnes du Caucase. Il était très-répandu, car ses limites méridionales connues commencent à l'Italie centrale (Sinigaglia), tandis qu'au nord il s'étend jusqu'au Grœnland; sa limite orientale est à Tokay en Hongrie, et l'occidentale dans le canton de Vaud.

Les Ormes proprement dits sont beaucoup plus rares à l'état fossile; on rencontre l'Ulmus minuta Gp. qui se distingue par ses petites feuilles élégantes; il est voisin de l'espèce asiatique Ulmus parvifolia Jacq.; l'U. Braunii, au contraire (fig. 168), se rapproche par ses fleurs et ses fruits de l'U. ciliata Ehrb.; on ne les rencontre que dans la mollasse supérieure (Oeningen, Schrotzburg, Locle).

Les nombreuses Myricées (23 espèces) formaient, paraît-il, dans les marais et les tourbières, d'épais taillis, en partie toujours verts.

La jolie Myrica œningensis A. Br. sp. (fig. 169), à feuilles profondément entaillées, ressemble beaucoup à la M. asplenifolia Br., petit arbrisseau américain à feuilles élégantes et semblables à des frondes de Fougère. La M. Studeri Hr. rappelle la M. cerifera L. (le Cirier), des fruits de laquelle on extrait une cire odoriférante; la M. deperdita Ung. est voisine de la Myrica de Pensylvanie, tandis que le M. Ungeri Hr. et M. Græffii Hr., à feuilles coriaces et lobées, se rapprochent beaucoup de la M. serrata Lam. du Cap.

Les Figuiers offrent une richesse d'espèces remarquable; nous en avons 17, soit 12 au second étage, 6 au troisième, 2 au quatrième, et 5 au cinquième. — Ils appartiennent essentiellement à la mollasse la plus ancienne. Parmi ces nombreuses espèces nous ne trouvons pas de forme qui rappelle le Figuier européen, Ficus carica L. Tous nos Figuiers tertiaires avaient des feuilles entières coriaces et, à n'en pas douter, toujours vertes; ils ressemblaient pour la plupart aux espèces indiennes et américaines.

Des pétioles parfaitement cylindriques ordinairement longs, des feuilles à limbe inéquilatère à la base, des nervures latérales courbes formant souvent des arcs dont la direction est parallèle avec le bord de la feuille, les petites verrues dont les feuilles sont couvertes, les deux premières nervures latérales, qui sont opposées et partent sous des angles aigus chez les feuilles penninervées, sont autant de caractères qui nous permettent de reconnaître les feuilles du Figuier.

Parmi les Figuiers de notre flore tertiaire, qui rappellent les types indiens actuels, on peut citer le Ficus appendiculata Hr. dont les feuilles ont presque la même forme que celles du F. religiosa L., grand arbre très-ramifié et qui est destiné dans les villages indiens à procurer de l'ombre comme chez nous les Tilleuls. — Le Ficus arcinervis Ross. ressemble au F. cuspidata W.; chez le F. multinervis Hr. les feuilles ont la même forme que celles du F. elastica L. (Figuier caoutchouc); comme chez ce dernier les nervures latérales étaient parallèles et très-serrées.

Les types américains étaient les plus communs et les plus répandus chez nous, savoir : le Figuier à longues feuilles, Ficus lanceolata Hr. qui passe de la mollasse inférieure à la mollasse supérieure, et se trouve en Allemagne comme en Italie ; le Figuier à feuilles de Tilleul : F. tiliæfolia A. Br. sp. dont les superbes feuilles cordiformes et inéquilatères formaient un des principaux ornements de la flore d'Oeningen. — C'est l'arbre le plus commun des lignites marneux d'Elgg; ses feuilles y gisent en masses considérables ; elles se retrouvent aussi dans la mol-

lasse inférieure; il était répandu sur une grande partie de l'Europe, depuis l'Italie jusqu'aux côtes de la mer Baltique. Ces nombreux Figuiers devaient prêter aux forêts primitives un aspect méridional.

Les Laurinées étaient encore plus nombreuses autrefois que les Figuiers; j'en ai décrit 25 espèces de la Suisse. — Elles sont d'autant plus remarquables qu'elles appartiennent aux arbres les plus communs et qu'elles ont évidemment formé une grande partie des forêts tertiaires.

Les deux genres principaux sont les Laurus et les Cinnamomum. — Les espèces de ces deux genres ont des feuilles coriaces et d'un vert brillant; chez le Laurier proprement dit elles sont penninervées. Tandis que chez le Cinnamomum deux nervures latérales sortent de la nervure médiane un peu au-dessus de la base et se dirigent vers le haut de la feuille, arrivant tantôt jusqu'au sommet, tantôt seulement jusqu'au milieu. La feuille est donc trinervée. Les petites fleurs de ces arbres sont tétramères chez les Lauriers et trimères chez les Cinnamomum. Les fruits forment des baies monospermes entourées à leur base par le calice.

On a retrouvé non-seulement de belles feuilles et de beaux rameaux feuillés de ces genres, mais aussi des fleurs et des fruits et même des rameaux avec fleurs et feuilles (fig. 170 et 171). Les deux espèces les plus importantes sont le Camphrier tertiaire, Cinnamomum polymorphum A. Br. sp. et le Cannellier C. Scheuchzeri Hr., représentés par les fig. 170 et 171.

La dernière espèce a été trouvée en Suisse dans 40 localités différentes et la première dans 54; ces feuilles sont donc les plus communes de notre mollasse; on peut les considérer comme appartenant aux espèces les plus caractéristiques de l'époque miocène. — Elles commencent avec les étages inférieurs et continuent jusqu'aux supérieurs. — Elles sont répandues en Italie, en Allemagne, en France et ont joué dans la plupart de ces localités un rôle plus ou moins important.

Notre Camphrier avait des feuilles allongées, elliptiques, rétrécies au pétiole et plus ou moins acuminées à l'extrémité; leurs premières nervures latérales ne suivent pas parallèlement le bord des feuilles, et dis-

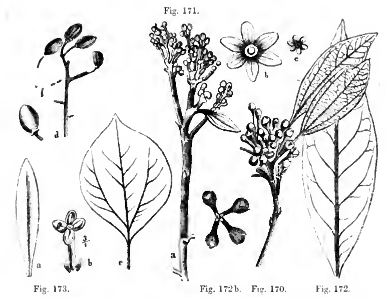


Fig. 170. **Cinnamomum Scheuchzeri** Hr., rameau fleuri d'Oeningen. — Fig. 171. **Cinnamomum polymorphum** A. Br. sp. d'Oeningen; a. rameau avec boutons; b. fleur grossie; c. grandeur naturelle; d. fruits; e. feuille. — Fig. 172 **Laurus princeps** Hr., feuille. — Fig. 172 b. boutons. — Fig. 173. **Pimelea œningensis**; a. feuille de Münsingen; b. petite fleur d'Oeningen, grossie.

paraissent environ aux $^2/_3$ du limbe ; à leur aisselle on remarque quelquefois une petite verrue. Ces feuilles étaient lisses ; dans quelques roches elles ont encore conservé leur brillant (à Oeningen par exemple). — Elles sortent d'un grand bourgeon de forme ovalaire entouré de petites feuilles ovales. Les fleurs, petites et poussant par trois, sont nombreuses et disposées en panicules peu serrées (fig. 171 a) ; ces fleurs ont un périanthe de 6 petites sépales obtuses au sommet et parcourues chacune par 3 nervures, elles sont insérées autour d'un disque central (fig. 171 c; b gross.) ; on trouve parfois quelques restes d'étamines. Les fruits ovales (fig. 171 d) sont entourés à la base d'une petite cupule provenant du calice. Dans tous ces détails nous retrouvons exactement le Camphrier actuel. — Les feuilles sont à peu près identiques, mais chez le der-

nier elles présentent toujours des verrues dans l'aisselle des grandes nervures latérales, tandis que chez l'espèce fossile c'est rarement le cas. Les fleurs et les fruits ont beaucoup de rapports ; cependant les sépales de l'espèce vivante sont un peu plus pointues, et les fruits un peu plus gros et plus sphériques, presque comme des cerises.

On ne peut donc mettre en doute que le Camphrier tertiaire représenté au côté gauche de notre planche « *Lausanne à l'époque miocène* » devait avoir le port que nous lui avons donné, semblable à celui de son représentant dans la flore actuelle. Le Camphrier habite maintenant le Japon et la Chine ; mais on le trouve cultivé aussi dans le sud de l'Italie (en Sicile) et à Madère. J'en ai vu de beaux pieds dans les jardins de Funchal. — Ils atteignent la taille de nos Poiriers et ont un feuillage brillant, mais moins fourni et moins sombre que celui des Lauriers. — Les fleurs, blanches, sont à la vérité petites et peu apparentes ; mais comme elles sont en grand nombre et réunies en faisceaux, elles contribuent encore au charme de ce bel arbre. A Funchal, le Camphrier commence à fleurir au milieu de Mars, et à la fin du mois l'arbre est couvert de fleurs. Au Japon au contraire la floraison a lieu pendant les mois de Mai et de Juin.

Le Cinnamomum Scheuchzeri (fig. 170) est presque aussi commun dans la mollasse que le précédent ; il s'en écarte par des feuilles plus obtuses, par les nervures latérales qui sont plus rapprochées du bord et parallèles avec lui, par ses pédoncules articulés (cloisonnés) et par ses fruits plus grands ; mais dans tous ces détails il a de l'analogie avec le Cannellier japonais, Cinn. pedunculatum Thbg.

A côté de ces deux espèces principales, il y en avait plusieurs autres dans nos forêts tertiaires. Le Cinnamomum lanceolatum Ung., dont les feuilles étaient plus allongées et plus étroites, était répandu sur presque tous les continents de notre mollasse inférieure. On ne le rencontre pas seulement dans l'Europe centrale, mais aussi dans la vallée du Cydnus, en Asie Mineure, et à Bovey-Tracey dans le Devonshire (Angleterre).

Le C. Rossmässleri Hr. avait de grandes feuilles elliptiques dont les

nervures latérales s'étendent jusqu'à l'extrémité de la feuille comme dans le Cannellier indien; il était commun dans l'Europe centrale, on trouve même dans l'Orégon, au nord de l'Amérique, une forme à peu près semblable. Le C. spectabile Hr. possédait les plus grandes feuilles (presque $^1/_2$ pied de long sur 2 $^1/_2$ pouces de large); il est restreint à la mollasse inférieure, mais y est très-commun, surtout à Eriz et à Monod, où l'on en a recueilli de belles feuilles.

Toutes ces plantes portent le type asiatique; les Lauriers proprement dits au contraire rappellent en partie les Lauriers du sud de l'Europe, en partie aussi ceux des Canaries. L'espèce la plus commune est le Laurus princeps Hr. (fig. 172) dont on a découvert des feuilles superbes à Oeningen, près de la Schrotzburg, et au Locle; les réseaux des nervures les plus fines s'y trouvent intactes. Elles avaient une longueur d'un demi-pied sur 1 $^1/_2$ pouce de large, et conservent encore dans les pétrifications une surface d'un brillant particulier; d'où il suit que, vivantes, elles étaient lisses. — Outre les feuilles, on a recueilli des boutons arrondis et des fruits ovales (fig. 172 b). Cette espèce est très-voisine du Laurus canariensis Sm. qui domine dans les forêts toujours vertes de Ténériffe et de Madère; appelé *Louro* par les habitants de Madère, il a une taille beaucoup plus élevée que le Laurier européen; il possède de longues feuilles parcourues par des nervures latérales plus nombreuses et formant un feuillage brillant d'un vert sombre. Les fleurs blanchâtres apparaissent en Mars en gracieuses panicules qui partent des aisselles des feuilles, et se transforment plus tard en baies ovales. Je me rappellerai toujours avec plaisir les charmants bosquets de cet arbre qui, en Mars 1851, à St-Antonio (Madère), m'accompagnèrent jusque sur la montagne; des Fougères garnissaient les bords d'un petit ruisseau qui sautillait à travers la verdure du feuillage interrompu par les buissons à fleurs dorées des Genêts et des Ulex. Au-dessus s'arrondissait en dôme le charmant feuillage des Lauriers d'où perçaient les grappes de fleurs blanches et où s'ébattaient de joyeux Canaris qui remplissaient l'air de leurs mélodies.

Tel devait être notre Laurier prince lorsqu'il bordait les rives de nos fleuves et de nos lacs et que ses feuilles tombaient dans le limon qui les a pétrifiées et nous les a conservées.

Le Laurus primigenia Ung. qui apparaît dans notre mollasse inférieure, est une forme voisine de la précédente ; mais le Laurus Furstenbergi A. Br. d'Oeningen présente au contraire une grande analogie avec le L. nobilis L., espèce européenne.

Le genre Persea est proche parent des Lauriers pour la forme des feuilles. Une espèce de notre mollasse, le Persea speciosa Hr. ressemble au Vinhatico ou P. indica L. des îles Canaries, tandis que le P. Braunii Hr. est analogue au P. carolinensis Cat. Le Vinhatico devient encore plus grand que le Louro avec des troncs puissants dont le bois brun, sous le nom de Mahagoni de Madère, est très-estimé et constitue un objet de commerce. Il n'est pas rare de voir le tronc principal de cet arbre, comme au reste celui d'autres Lauriers, se diviser et fournir ainsi plusieurs troncs dont les branches à feuilles serrées forment de hautes voûtes de verdure. A Madère, le Vinhatico croît surtout dans les vallées abritées et dans de profonds ravins. Je l'ai trouvé au milieu de Janvier dans les montagnes du Cural, et à la fin de Mars dans les gorges abritées du St-Pedro, couvert de fruits à moitié mûrs.

Les Camphriers, les Cannelliers et les Lauriers ainsi que les Persées formaient sans doute de grandes forêts toujours vertes; tandis que trois espèces de Benzoins et un Sassafras étaient probablement de simples arbustes ou de petits arbres à feuillage caduc comme leurs parents américains.

Le Sassafras ou Fenouil a sur le même rameau des feuilles entières bi- ou trilobées. Nous retrouvons cette même disposition dans une espèce fossile de Sinigaglia et de Menat où, à l'opposé de notre espèce d'Oeningen (Sassafras Aesculapi Hr.), on n'a pas encore rencontré de feuilles entières.

Les Santalacées, voisines des Laurinées, ne se sont révélées jusqu'ici que par une espèce qui appartient au Leptomeria, genre remarquable

de la Nouvelle-Hollande; c'est la L. œningensis Hr. Elle avait la taille d'un arbuste, et de petites feuilles serrées contre les rameaux.

La petite famille des Daphnoidées n'est représentée que par le genre Pimelea de la Nouvelle-Hollande; nous avons, outre les feuilles (fig. 173 a) une petite fleur (fig. 173 b) de la P. œningensis Hr., qui est entourée à la base d'un bouquet de poils, comme cela se voit chez les espèces vivantes.

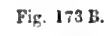
Les Protéacées sont aussi une famille assez riche en espèces, mais leur area n'est pas très-étendue; elles ne se rencoutrent pas en quantité très-considérable et la détermination de plusieurs espèces laisse encore à désirer. Elles rappellent par la forme de leurs feuilles des genres vivants de la Nouvelle-Hollande; Hakea, Dryandra, Banksia et Grevillea et y ont été rattachées.

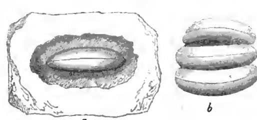
L'Hakea salicina Hr. trouvée à Oeningen nous a fourni non-seulement des feuilles (fig. 184 a) et des semences ailées (fig. 184 b) qui nous montrent qu'elle est très-voisine de l'Hakea saligna R. Br. sp. Une petite espèce de Dryandra, la Dr. Schrankii Stbg. (fig. 185) avait des feuilles longues, étroites, raides et pennatifides; elle appartient aux plus anciens étages de notre mollasse (marnes de Ralligen, Weggis et Schwarzachtobel) et présente, par la forme de ses feuilles, une grande analogie avec la Dryandra formosa R. Br.

Nous avons au Locle la Grevillea Jaccardi Hr., proche parente de la Gr. hæringiana qui se trouve à Ralligen; toutes deux ont des feuilles raides, longues, étroites et recouvertes d'un délicat réseau de nervures, comme cela se voit chez les Gr. linearis et Gr. oleoides R. Br. d'Australie.

Les Banksia ont des feuilles rétrécies à la base et parcourues par une nervure médiane qui diminue peu de grosseur jusqu'à la pointe trouquée du limbe. Nous possédons les feuilles de 6 espèces dans notre mollasse inférieure et marine; elles ont quelques rapports avec celles des Banksia integrifolia, spinulosa et attenuata R. Br. On a trouvé au Rother-Berg, près Lucerne, le fruit d'une de ces espèces; il est du moins probable

qu'il faut rapporter à une Banksia le fruit ligneux que représente la fig. 173 B, a; il est lenticulaire, couvert de fines rugosités et pourvu d'une ligne médiane distincte. Pour la grosseur et la forme, il se rapproche du fruit de la Banksia Cuninghani.


Fig. 173 B.



a **Banksia,** fruit de la mollasse inférieure de Rother-Berg, trouvé par le prof. Kaufmann; b. **Banksia Cuninghami** de la Nouvelle-Hollande.

L'ordre des Serpentariées ne nous est connu que par trois Aristoloches; c'étaient probablement des arbustes grimpants qui enlaçaient les arbres des forêts miocènes.

Les familles des Chenopodiacées et des Polygonées (Apétales herbacées), qui sont fortement représentées de nos jours, ne nous sont parvenues qu'avec un nombre très-restreint d'espèces; le Polygonum cardiocarpum (fig. 175) et P. rotundatum Hr. dont les fruits sont entourés d'un large rebord ailé, et trois Salsola: S. Moquini, S. crenulata et S. œningensis Hr. (fig. 174) dont les jolis calices fructifères imitent une corolle à cinq pétales (trouvées à Oeningen). Comme les Salsolées n'habitent aujourd'hui que les côtes marines et vivent rarement dans l'intérieur des terres, mais seulement çà et là sur un sol salé, il est probable qu'à l'époque œningienne il y avait encore dans le voisinage des localités salines.

La grande division des Phanérogames gamopétales, chez lesquelles la corolle se compose d'une seule pièce, est pauvre en espèces tertiaires. Plusieurs grandes familles, telles que les Campanulacées, les Labiées, les

Solanées, les Primulacées, manquent complétement jusqu'ici. Nous n'avons que quelques restes peu authentiques de celles des Borraginées, des Scrophulariées, des Gentianées et des Caprifoliacées. Ce sont de petits fruits, de menues graines et des fleurs peu distinctes qui ne nous annoncent que vaguement l'existence de ces types dans le monde tertiaire.

La famille la mieux représentée est celle des Synanthérées; nous n'en possédons cependant que les fruits. J'en ai décrit 21 espèces provenant d'Oeningen; depuis lors, il m'en est parvenu plusieurs autres nouvelles. Ces fruits avaient évidemment été apportés de loin par les vents, car on n'a trouvé qu'un ou deux échantillons de chaque espèce, et si ces plantes avaient habité les bords du lac d'Oeningen, leurs graines se seraient enfouies en grand nombre dans la vase. Ces fruits sont longs, pourvus de stries longitudinales et d'une couronne formée de poils raides dressés en petites gerbes comme on en voit souvent sur les fruits de Chardons, de Scorsonère, etc., qui sont tombés sur l'eau. Dans le réceptacle les poils sont dressés; puis, par le temps sec, ils s'étalent et sont emportés par le vent qui les conduit à travers l'espace; s'ils tombent dans l'eau, le parachute se referme et les poils reprennent leur position première. Les fruits trouvés à Oeningen ne peuvent pas être encore comparés avec certitude à des espèces vivantes; ils rappellent cependant les fruits de Chardon, de Bardane, de Scorsonère et nous disent que les forêts d'Oeningen étaient habitées par bon nombre de Synanthérées.

Dans cette localité, comme dans toutes nos forêts miocènes, les Vacciniées (Myrtilles) étaient très-abondantes et se rapportent tout à fait pour la forme à notre Myrtille ordinaire, au Vaccinium uliginosum et au V. vitis-idæa; on y trouve aussi quelques types américains. Ces comparaisons ne sont cependant basées que sur les feuilles, et, vu la multiplicité des formes semblables, ne sont pas suffisamment fondées. En revanche, on a recueilli des feuilles bien conservées (fig. 178 b), des calices fructifères (fig. 178 a), des fruits et des semences du Diospyros brachysepala A. Br. (de la famille des Ebénacées) sur lesquels on ne peut se mépren-

dre. Ce Diospyros ressemble beaucoup au D. Lotus L. du sud de l'Europe; il formait sans doute comme ce dernier des arbres bas, très-ramifiés, dont le fruit consistait en une baie de la grosseur d'une cerise, et entourée d'un calice à 4 lobes.

On a découvert cette espèce en premier lieu à Oeningen par le calice et des feuilles, puis à Hohe-Rhonen, à Rothenthurm, à l'Albis, près de Delsberg et d'Eriz, en Italie jusqu'à Sinigaglia, en Allemagne, en France et même au Grœnland; cet arbre avait donc une area considérable. Une seconde espèce, D. anceps Hr., est beaucoup plus rare; elle offre de nombreux points de ressemblance avec le D. virginiana L. (Plaqueminier américain) que l'on cultive aux Etats-Unis pour ses excellents fruits.

Les Asclépiadées sont reconnaissables à une soudure spéciale des étamines avec le pistil, et à leurs semences plates pourvues d'un bouquet de poils et enfermées dans un follicule. J'ai recueilli à Oeningen de semblables graines munies encore de leur aigrette de poils (fig. 182), ainsi que les fruits et les feuilles d'une espèce voisine de l'Acerates longifolia Mich. sp.; par conséquent les organes décrits ci-dessus ont dû appartenir à une espèce à buissons bas, à fleurs blanches et à feuilles étroites (fig. 181). On a découvert à Walpkringen (canton de Berne) un rameau avec de belles feuilles opposées appartenant à l'Apocynophyllum helveticum Hr.; cet arbre était probablement touffu et voisin du Laurier rose.

Les Frênes, représentés autrefois dans notre pays par 5 espèces et actuellement par une seule, nous ont laissé quelques fruits ailés (fig. 179 a) et quelques pinnes (fig. 179 b). Ils s'écartent de notre espèce actuelle et doivent être comparés avec les Frênes de l'Amérique et du Caucase.

La famille des Convolvulacées s'offre à nous sous le remarquable genre indien Porana. Ce sont de grands buissons grimpants dont les nombreuses fleurs forment des panicules lâches; les calices sont persistants, et entourent la capsule du fruit mûr de leurs 5 sépales raides et scarieuses. Telles étaient les espèces fossiles, dont une, la Porana œningensis A. Br. (fig. 176), est assez commune à Oeningen; nous en connaissons le calice frugifère et le fruit. Ainsi que sa congénère indienne,

la P. volubilis Burm. s'élançait le long des arbres et prenait possession de leur cime; le vent transportait facilement leurs semences, qui vinrent s'enfouir dans la vase du lac oeningien.

Les Lianes proprement dites étreignaient aussi les arbres de la forêt d'Oeningen. La fig. 180 représente de beaux fruits du Bignonia Damaris Hr. et la fig. 180 b des graines pourvues d'un bord ailé. Le fruit ligneux est à peu près d'un 1/2 pied de long sur 1/2 pouce de large; il a tout à fait la forme de celui du Bignonia (Tecoma) radicans L.; il appartient cependant aux Bignonia proprement dits, car il n'a pas sur le milieu des valves de strie ou de côte, qui chez les Tecoma indique la soudure de la cloison. Les Bignonia sont de belles plantes grimpantes des zones chaudes et torrides, dont les fleurs en cloches et labiées ont fréquemment des couleurs très-vives et sont un ornement des forêts tropicales.

Plusieurs ordres, riches en espèces, manquent encore à la grande division des Dicotylédones polypétales (c'est-à-dire dont la corolle se compose de plusieurs pétales libres); telles sont les Caryophyllées, les Cucurbitacées, les Hypericinées, les Géraniacées, ainsi que d'autres familles importantes qui ne sont pas représentées, telles que les Crassulacées, les Anonacées, les Papaveracées, les Oenothérées. Les Ombellifères, les Renonculacées et les Crucifères ne nous sont parvenues que sous forme de fruits, mais en petit nombre. Les genres Ranunculus et Peucedanites étaient probablement représentés par des plantes aquatiques et marécageuses; les Clématites ont au contraire habité les forêts. — Les Araliacées, famille très-voisine des Ombellifères, nous fournissent une Hedera à petites feuilles; l'H. Kargii A. Br. et un Panax arbrisseau, P. circularis Hr. (fig. 177) dont nous avons reçu un rameau entier garni de fruits et provenant d'Oeningen. — La Vigne, Vitis teutonica A. Br., voisine de la Vigne américaine, V. vulpina L., a fourni à Oeningen quelques pepins et un rachis de grappe seulement, tandis qu'elle a donné en Allemagne des feuilles, des baies et des grains. La Vigne avait donc droit de bourgeoisie en Europe dans ces

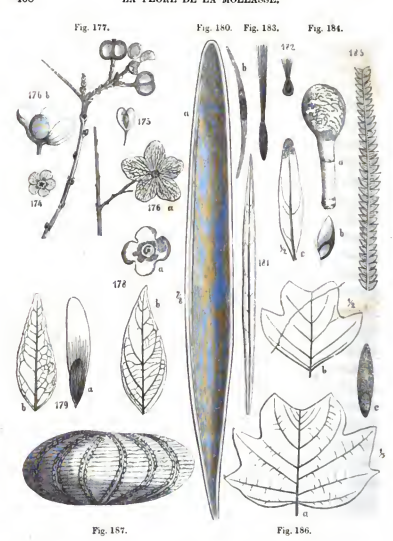


Fig. 174. **Salsola œningensis** Hr.; calice frugifère. — Fig. 175. **Polygonum cardiocarpum** Hr.; fruit. — Fig. 176. **Porana œningensis** A. Br. sp.; a. calice frugifère; b. fruit enveloppé de son calice. — Fig. 177. **Panax circularis** Hr. d'Oeningen. — Fig. 178. **Diospyros brachysepala** A. Br.; a. calice frugifère; b. petite feuille. — Fig. 179. **Fraxinus prædicta** Hr.; a. fruit; b. pinne. — Fig. 180. **Bi-**

gnonia Damaris Hr.; fruit d'Oeningen, 7/8 de gr. nat.; b. semence. — Fig. 181. **Acerates veterana** Hr.; feuille. — Fig. 182. Semence avec bouquet de poils. — Fig. 183. **Cypselites costatus** Hr. — Fig. 184. **Hakea salicina** Hr.; a. fruit; b. semence; c. feuille, 1/2 gr. nat. — Fig. 185. **Dryandra Schrankii** Br. de Waggis. — Fig. 186. **Liriodendron Procaccinii** Ung.; a. feuille d'Islande, 1/2 gr. nat, restaurée; b. feuille d'Eriz, 1/2 gr. nat., restaurée; c. fruit d'Islande. — Fig. 187. **Apeibopsis Fischeri** Hr. de Wynau

temps primitifs et enlaçait de ses festons élégants les Chênes de nos forêts miocènes. Les Cornées, dont les feuilles sont reconnaissables à leurs nervures latérales, se dirigeant vers la pointe, formaient probablement des bosquets étendus semblables à ceux des genres connus de notre flore actuelle; notre mollasse en renferme une demi-douzaine d'espèces.

Les Magnoliacées, rares il est vrai, sont représentées en Suisse par une espèce de Tulipier, le Liriodendron Procaccinii Ung., qu'on a d'abord recueilli à Sinigaglia, puis à Eriz dans le canton de Berne (fig. 186 b) et en Islande (fig. 186 a, c). Les feuilles sont très-semblables à celles du Tulipier américain, seule espèce vivante connue; elles sont tronquées de la même manière caractéristique, mais les bords du lobe moyen sont plus arrondis et les fruits (fig. 186 c) beaucoup plus petits.

Les belles feuilles de Nymphæacées trouvées à la Paudèze près de Lausanne sont une preuve que cette famille ornait nos lacs miocènes. — Là on a recueilli un Nymphæa très-voisin du nôtre, N. Charpentieri Hr. ainsi que le Nelumbium Buchii Ett. Cette espèce avait des feuilles écussonnées qui, comme dans l'espèce vivante, s'élevaient au-dessus de l'eau, tandis qu'elles flottent chez les Nymphæa; outre les feuilles on a encore trouvé des morceaux de rhizomes de ces deux espèces. Les rhizomes des Nymphæa sont épais et pourvus tout autour de grauds coussinets de feuilles, tandis que chez les Nelumbium ils sont lisses et garnis par places de bouquets de racines d'où partent les feuilles. — Par analogie on peut penser que le Nymphæa avait des fleurs blanches, et le Nelumbium, rose-pâle.

La belle famille des Myrtacées, qui appartient exclusivement aux pays chauds, est facile à reconnaître à la nervuration des feuilles, car la ner-

vure marginale part de la base de la feuille et va jusqu'à l'extrémité, formant ainsi une marge spéciale. J'ai déterminé 7 espèces de notre flore tertiaire rentrant dans cette famille; trois appartiennent aux Myrtes proprement dits. Notre Myrte suisse, M. helvetica Hr. a beaucoup d'analogie avec l'espèce actuelle qui est répandue dans tous les pays méditerranéens; on peut comparer une Eugénie au Jambosa vulgaris des tropiques, et l'Eucalyptus oceanica Ung. aux Eucalyptus d'Australie.

Dans l'ordre des Columnifères, les Tiliacées ont des formes caractéristiques complétement étrangères à notre pays et se divisent en deux genres. L'un d'eux, Grewia, a des feuilles crénelées ou cordiformes; c'est une des pétrifications les plus communes de Hohe-Rhonen, et il devait y avoir dans ces parages une forêt entière de Grewia crenata. Les fruits de l'autre genre présentent un intérêt particulier; ils ont l'apparence de petites courges, mais ils sont parcourus par des sillons au nombre de 5 à 16; par leur côté interne, ces sillons correspondent à autant de placentas sur lesquels est disposée une double rangée de semences. Ces fruits ressemblent à ceux des Apeiba de l'Amérique tropicale qui, ainsi que les fruits fossiles, ont complétement l'apparence d'Oursins; c'est surtout le cas pour l'A. Fischeri Hr. (fig. 187) dont le fruit large et tout à fait aplati a identiquement la même grosseur que ceux de l'Apeiba Tibourbou Aubl. — Cependant la position des graines n'est pas la même, et il faut rapporter l'A. Fischeri à un genre éteint; on en a trouvé dans la mollasse grise de Lausanne et dans les rognons de grès des environs de Morgenthal, canton de Berne; on en a recueilli des feuilles à Eriz et à Monod; elles peuvent être comparées, quant aux nervures et à la forme, à celles des Apeiba actuels.

Les Acérinées ont joué un rôle important dans notre flore mollassique, et fournirent à cette époque un nombre d'espèces plus considérable que nulle part ailleurs. — Tandis que la Suisse et l'Allemagne ne possèdent aujourd'hui que 5 espèces, j'ai décrit dans ma flore tertiaire 20 espèces suisses dont 16 ont vécu à Oeningen. — Quelques-unes à la vérité sont encore douteuses; cependant il y en a 10 qui ont pu être détermi-

nées au moyen de feuilles et de fruits très-caractérisés; plusieurs autres l'ont été au moyen de fleurs, de boutons et de rameaux. Ce type de végétaux était donc beaucoup plus répandu dans le monde primitif qu'à notre époque. Nous retrouvons ici ce fait surprenant que les espèces principales de notre flore actuelle : l'Acer pseudoplatanus et l'A. platanoides n'ont aucun représentant dans la mollasse, et que les espèces les plus nombreuses et les plus communes de cette formation se rattachent à des formes de l'Amérique du Nord.

L'espèce la plus importante est sans contredit l'Acer trilobatum Stbg. sp. (fig. 190), qui fut en même temps l'un des principaux arbres de tout le pays tertiaire; non-seulement il apparaît à tous les étages de notre mollasse, et en quantité considérable à Oeningen, mais il était répandu en Allemagne, en France et en Italie. — Son area s'étendait sur 18° de longitude (de Menat, en Auvergne, jusqu'à Tokay) et sur 7° de latitude (de Senegaglia à Schosznitz près de Breslau). Ses feuilles trilobées et longuement pétiolées atteignaient une grandeur remarquable (j'en ai des échantillons qui ont $^1/_2$ pied de longueur et de largeur) et leurs lobes étaient dentelés irrégulièrement. Les fleurs disposées en ombelles pendantes ont été si bien conservées à Oeningen qu'on peut parfaitement distinguer les sépales, les pétales, les ovaires et les étamines*. Les feuilles, les fleurs et les fruits de cet arbre ont tellement d'analogie avec ceux de l'Erable rouge d'Amérique (Acer rubrum L.) qu'on peut le

* La fig. 190 d. représente une ombelle d'Acer trilobatum; sur les petites fleurs inférieures on reconnait 4 fins pétales insérés dans le calice, le cinquième est probablement tombé : les deux autres fleurs laissent voir l'ovaire composé de 2 carpelles. Dans une seconde ombelle, fig. 190 b, les pétales et les sépales sont tombés, et l'ovaire est plus avancé. La fig. 190 d, nous donne une ombelle de fleurs mâles avec les étamines dont les anthères de forme ovale sont très-bien conservés. Cet arbre, semblable à l'Érable rouge, portait donc des fleurs à pistil, à côté de fleurs purement mâles. La fig. 190 e, représente une ombelle de fruits. Les 2 carpelles se prolongent en ailes assez longues, élargies dans leur milieu, largement arrondies en avant et assez peu divergentes. Avec ces rameaux feuillés, nous en avons de nus qui proviennent évidemment de l'automne ou de l'hiver; ils sont garnis de boutons ovales et opposés. La fig. 190 f, donne l'extrémité d'un rameau semblable.

prendre pour l'ancêtre de ce dernier, et il n'en diffère que par ses pétioles plus forts, par ses lobes moins prononcés et par ses pédoncules plus épais. L'Érable rouge habite dans les lieux bas, humides et marécageux du Canada, et s'étend jusqu'au sud des États-Unis; il forme une futaie de grandeur moyenne remarquable par ses pédoncules rouges et pendants.

Le plus proche parent de cet arbre dans la flore américaine est l'Acer eriocarpum Ehrb.; c'est un grand et bel arbre qui a son analogue tertiaire dans l'A. eriocarpoides Hr., qui est cependant beaucoup plus rare.

L'Acer vitifolium A. Br. est très-semblable à une espèce américaine, l'A. spicatum Lam., qui a été découvert dernièrement dans l'Amour. — Une très-jolie espèce, l'A. Ruminianum Hr. (fig. 191) se distingue par ses feuilles fortement entaillées, à dents très-aiguës et à lobes très-allongés, et par ses petits fruits; il est proche voisin d'une espèce japonaise, l'A. polymorphum Sieb., qui doit être commun dans ce pays, car on en voit souvent le feuillage représenté dans les peintures japonaises. On en a trouvé des feuilles et des fruits à Monod et près de Wangen. — A côté de ces formes de pays étrangers, on rencontre aussi des types européens qui rappellent l'Acer campestre, l'Acer opalus Ait. et l'A. monspessulanum L., qui se trouvent en quelques endroits chez nous, mais appartiennent à la zone méditerranéenne.

Nous avons encore quelques types spéciaux qui n'ont pas d'analogue dans la flore actuelle. Le plus remarquable est l'Acer otopteryx Gp. (fig. 192), dont les fruits atteignent 4 pouces de longueur. On l'a découvert dernièrement à Oeningen ainsi qu'à Elgg, et plus anciennement en Carinthie, en Silésie et même en Islande. — Cette espèce d'Érable était l'arbre forestier le plus commun de ce pays septentrional pendant l'époque miocène; j'en ai reçu des feuilles et des fruits de Brjamsloek, Gualthame, Hredavatn et Tindarfell. — La fig. 193 représente seulement la plus petite de ces feuilles; on en trouve qui ont jusqu'à 3 pouces de large; elles sont cordiformes à la base, et ont des lobes peu saillants et irrégulièrement dentelés.

La famille voisine, quoique d'une tout autre apparence, est celle des Sapindacées dont une espèce, le Sapindus falcifolius A. Br., était com-



Fig. 190. **Acer trilobatum** Stbg. sp. d'Oeningen.; a. feuille; b. jeunes fruits; c. fleurs mâles; d. fleurs femelles; e. fruit mûr; f. rameau nu avec boutons. — Fig. 191. **Acer Ruminianum** Hr., feuille : b. fruit de Wangen. — Fig. 192. **Acer otopterix** Gp., fruit d'Oeningen. — Fig. 193. Jeune feuille des Surturbrand d'Islande. — Fig. 194. **Paliurus Thurmanni** Hr. du Locle ; a. feuille ; b. fruit ; c. rameau épineux.— Fig. 195. **Zizyphus Ungeri** Hr. Feuille de Mergins, Val d'Illiers, 1/2 gr. nat.

mune chez nous, et se rencontre dans tous les étages de la mollasse; il ressemble beaucoup au S. surinamensis, Poir. de Surinam, et possédait aussi de belles feuilles pinnatifides à pinnes nombreuses et lancéolées, et des fruits globuleux.

La plupart des arbrisseaux de notre pays tertiaire appartenaient à l'ordre des Frangulacées; c'étaient des buissons forestiers ou marécageux et riverains des cours d'eau. — L'ordre se divise en trois familles: les Célastrinées, les Rhamnées et les Ilicinées, qui se révèlent par une grande abondance d'espèces. — Les Célastrinées étaient pour la plupart des arbrisseaux à feuillage raide, coriace, et toujours vert que l'on peut comparer à quelques espèces du Cap, de l'Australie et du sud de l'Amérique. L'espèce la plus commune est le Celastrus Bruckmanni A. Br., arbrisseau à feuilles ovales, à petites corolles de cinq petits pétales et à fruit composé d'une capsule à 3 valves.

Les Rhamnées étaient encore plus communes; elles comptaient cinq genres, tandis que maintenant elles n'en ont plus qu'un dans nos contrées: le genre Rhamnus, qui ne possède que deux espèces dans la plaine. Nous connaissons en revanche 14 espèces de ce genre dans notre mollasse. La plus commune était le Rhamnus Gaudini Hr., dont les feuilles grandes, ovales, dentelées et parcourues par 8 à 12 nervures latérales arquées sont les plus abondantes à Monod. Il est commun aussi dans les argiles du Samland où j'ai trouvé des épines auprès des feuilles.

Les espèces des genres Zizyphus et Paliurus étaient épineuses; on en a retrouvé de petites fleurs ainsi que des rameaux avec leurs épines et leurs feuilles à trois nervures longitudinales. Le Zizyphus Ungeri Hr. (fig. 195) ne se rencontre que dans notre mollasse inférieure (Val d'Illiers, Ralligen et Horw) et ressemble au Z. sinensis Lam. du Japon, tandis que le Z. tiliæfolius Ung. appartient à tous les étages mollassiques; il avait même en dehors de la Suisse une aire très-étendue. — C'était une des espèces les plus communes. J'ai trouvé à Hohe-Rhonen sur la même plaquette des feuilles, des épines et de petites fleurs à quatre pétales appartenant à cette espèce. — Elle ressemble au Z. jujuba Lam., Jujubier

asiatique. Les Paliurus au contraire ont la même apparence que le P. aculeatus Lam., si commun dans l'Europe méridionale. — Le P. Thurmanni Hr. du Locle et d'Oeningen avait comme ce dernier des rameaux très-épineux (fig. 194 c) et des feuilles elliptiques parcourues par des nervures longitudinales allant jusqu'au sommet (fig. 194 a) et des fruits à péricarpe munis d'ailerons (fig. 194 b). Le Berchemia multinervis A. Br. sp. formait sans doute de grands buissons grimpants. Ses feuilles ovales, pourvues de nombreuses nervures latérales parallèles et réunies par de fines nervilles, devaient le faire ressembler au B. volubilis L. sp.; ce dernier est un arbrisseau qui enlace si bien les arbres forestiers dans la Caroline et la Floride, qu'il en arrête le développement et même les étouffe complétement; c'est donc avec raison qu'on l'a surnommé le « Bourreau des arbres. » Notre espèce tertiaire, qui était très-répandue, devait probablement avoir un développement analogue.

Tandis que les genres ci-dessus sont complétement étrangers à notre flore actuelle, on rencontre dans nos forêts une espèce de Houx. — Notre flore mollassique en possédait 9 espèces, parmi lesquelles l'Ilex Studeri Lah.; avec ses feuilles profondément échancrées, raides, coriaces et à dents transformées en piquants, il était semblable à notre Houx. Mais toutes les autres formes rappellent des types qui se rencontrent dans les marécages de la Floride, de la Nouvelle Géorgie et de la Caroline. — On a retrouvé surtout à Oeningen et au Locle, une espèce à feuilles très-coriaces et munies de fins piquants (Ilex berberidifolia Hr.), qui est proche parente de l'Ilex cassine Ait. de la Caroline.

Les Térébinthinées ont ainsi que les Frangulacées une grande importance géologique; plus communes jadis, elles déployaient sur notre pays une beaucoup plus grande variété de formes. Cela s'applique surtout aux Juglandées, dont j'ai décrit 16 espèces; mais ce nombre est probablement exagéré. Plusieurs espèces ne nous sont connues que par les feuilles ou seulement les fruits, et je n'ai pas toujours réussi à combiner ces deux organes. Quatre espèces pourraient ainsi disparaître et il en resterait encore 12, tandis que l'Europe ne possède pas un seul Noyer indigène et

que l'Amérique du Nord, où cette famille est le mieux représentée, n'en renferme que 10. — Les Noyers ont donc joué dans la flore miocène un rôle bien plus important que maintenant. Plusieurs espèces étaient très-communes et s'étendaient au loin dans le pays mollassique. Le Juglans acuminata A. Br. était surtout dans ce cas; on le retrouve non-seulement dans tous les étages de notre mollasse où il était très-abondant, mais aussi en Allemagne et en Italie. Son aire embrassait 7° de latitude et environ 10° de longitude. Il ressemble beaucoup à notre Noyer, le J. regia L., originaire de Perse. Ce sont les mêmes feuilles à folioles entiers arrangés par paires, et terminées par un long foliole impair. Les fleurs mâles sont réunies dans des chatons assez allongés. Les fruits sont un peu plus petits que ceux de notre Noyer, mais ils ont aussi une coquille ridée. On n'en a trouvé, il est vrai, jusqu'ici que des morceaux mal conservés et écrasés les uns contre les autres; mais on a recueilli dans le canton de Vaud de belles noix de deux espèces parentes, le Juglans Gandini Hr. et le J. Blancheti Hr.

Le Juglans bilinica Ung. avait une aire analogue à celle des Noyers à feuilles pointues. Il rappelle par la forme de ses folioles crénelés le Noyer noir américain (J. nigra), très-commun chez nous dans les plantations d'arbres, et qui se distingue par ses noix rondes et profondément ridées; mais les Carya ont des noix lisses; les espèces les plus abondantes étaient le C. elænoides Ung. et le C. Heerii Ett. — Ce dernier, avec ses folioles longs, étroits et dentelés, ressemble au Carya aquatica Mich. d'Amérique, qui vit dans les marais de la Caroline et de la Nouvelle Géorgie.

Le Pterocarya denticulata O. Web. sp. était probablement un arbre très-branché et feuillu, car il ressemble beaucoup pour la forme des feuilles au P. caucasica Kth. — Nous en avons reçu une belle feuille pinnatiséquée provenant de Hohe-Rhonen.

La famille des Anacardiacées est largement représentée dans notre flore tertiaire par le genre Rhus; elle nous offre un singulier mélange de formes propres à divers pays. La durée des espèces semble cependant avoir été assez courte. La plus commune est le Rhus Pyrrhæ Ung., qui

correspond au R. aromatica Ait. d'Amérique, et paraît avoir formé des buissons à feuilles pinnatiséquées. Le Rh. Meriani Hr. avait les feuilles pinnatiséquées du R. typhina L., arbre américain importé chez nous. Cette espèce, ainsi que le R. Brunneri Hr. à feuilles semblables, est limitée à la mollasse inférieure.

Les Zanthoxylées formaient des arbrisseaux épineux à feuilles multifoliolées, tandis que les Ailanthus étaient probablement des arbres. — Nous connaissons les fruits ailés d'une espèce, trouvés à Hohe-Rhonen.

Le grand ordre des Calophytées est très-pauvre en espèces. — Les Rosacées herbacées qui jouent un si grand rôle dans la flore actuelle manquent dans la mollasse; quant aux Rosacées ligneuses elles ne sont nulle part abondantes.

Les Pomacées nous fournissent le genre Cratægus dont trois espèces appartiennent au groupe de nos Aubépines. Une de ces espèces, le Cratægus Buchii Hr. a été découverte dernièrement à Oeningen; il a des feuilles identiques à celles de notre Aubépine. La famille des Amygdalées est plus riche et nous donne deux genres: Prunus et Amygdalus.

Le Prunus acuminata A. Br. ressemble à un Cerisier américain, le Pr. chicasa Mx., et le P. Hanhardti Hr. découvert à Berlingen, au Prunier ordinaire; l'Amygdalus pereger Ung. pour les feuilles et les noyaux a quelques rapports avec l'Amaudier commun.

Nous voyons donc apparaître déjà dans la mollasse les formes primitives des Cerisiers, des Pruniers et des Amandiers, mais nous ne retrouvons ni Pommier ni Poirier.

Les Légumineuses forment actuellement un des ordres les plus riches en espèces; à l'époque tertiaire, elles avaient déjà une grande importance, et notre flore mollassique en compte 131 espèces. Il est vrai que nous n'en connaissons plusieurs que par les feuilles, mais on a retrouvé les gousses bien caractéristiques de 21 espèces.

Nos Légumineuses se divisent en deux familles: les Papilionacées et les Mimosées. — Ces dernières manquent actuellement en Europe; mais elles sont très-abondantes sous les zones tropicales et subtropicales. —

Ce sont pour la plupart des arbres et des arbrisseaux qui se distinguent par leurs feuilles finement bipennées, et qui appartiennent aux formes les plus gracieuses du règne végétal. — Les deux genres principaux sont les Acacias et les Mimosas qui autrefois habitaient notre pays. — On a trouvé à St-Gall un fruit de ces derniers, mais la détermination n'en est pas encore précise; quant aux Acacias, nous en avons obtenu de nombreuses feuilles, ainsi que des gousses bien conservées.

L'Acacia parchlugiana Ung. avait de gracieuses feuilles bipennées et de longues gousses; il offrait probablement le même aspect que l'Acacia lophanta W. et dealbata Link. C'est la plante la plus commune dans les blocs miocènes erratiques de St-Gall, où l'on rencontre souvent les fruits à côté des feuilles; elle se trouve aussi dans les environs de Lausanne. Dans la planche « *Lausanne à l'époque miocène* » elle figure au premier plan sous la forme d'un buisson. Cet Acacia a été recueilli dans l'Italie centrale (Sinigaglia), en Auvergne (Ménat) et à l'Est jusqu'à Tokay en Hongrie; il avait donc une aire très-étendue. — Une autre espèce également très-répandue est l'Acacia Sotzkiana Ung., qui a des pinnes plus grandes mais des gousses plus petites, tandis qu'une troisième espèce, l'A. microphylla Ung., n'a été observée que dans de rares localités. Dix autres espèces font encore exclusivement partie de notre flore mollassique.

On peut diviser les Papilionacées tertiaires en cinq groupes: les Lotées, les Phaséolées, les Dalbergiées, les Sophorées et les Cæsalpinées. Les quatre derniers sont étrangers à la flore suisse actuelle, tandis que les Lotées sont très-répandues dans notre pays, et en général dans la zone tempérée. Elles ne sont représentées que par 15 espèces dans notre flore mollassique. La majeure partie des Papilionacées appartient à des tribus exotiques; en outre, sur les 15 espèces, six seulement se rattachent à des genres qui se retrouvent dans notre flore actuelle (Cytisus, Medicago et Colutea), au lieu que six autres genres en ont disparu. En général la famille des Papilionacées contribue beaucoup à donner à notre flore tertiaire un cachet méridional. Tandis que dans la zone tempérée elle se compose

presque exclusivement de plantes herbacées, et dans la zone torride, au contraire, d'une quantité d'arbres et d'arbrisseaux, elle comprend dans nos régions miocènes une grande abondance de végétaux ligneux. La plupart des espèces sont rares, probablement parce qu'elles vivaient plutôt sur les collines sèches que dans les marais ou le voisinage des fleuves. — Il ne nous est parvenu de la grande division des Trifoliacées que les fruits du Trigonella Seyfriedi et du Medicago protogæa Hr.; un Baguenaudier (Colutea) nous a laissé des feuilles et un fruit; un Cytise, de petites feuilles digitées à 3 folioles. L'arbre le plus commun du groupe est le Robinia Regeli Hr. qui est très-voisin de l'Acacia rouge ou faux Acacia. — Oeningen a fourni de belles feuilles pennées de cet arbre; la mollasse de Lausanne et de St-Gall nous en a conservé des gousses polyspermes d'une grandeur considérable.

Dans la famille des Dalbergiées, le genre Dalbergia renferme le plus grand nombre d'espèces; c'étaient sans doute des buissons et de petits arbres à feuilles dures, coriaces et pennées comme chez quelques espèces de l'Inde septentrionale.

La Sophora europæa Ung., de la famille des Sophorées, était très-commune; elle avait beaucoup de rapport avec la S. tomentosa L.

Les Cæsalpinées, qui forment le groupe le plus important des Papilionacées, nous fournissent 38 espèces. Les deux genres principaux sont le Cæsalpinia et le Cassia. Les Cæsalpina étaient probablement des arbres noueux à feuilles bipennées. Nous avons reçu d'Oeningen une feuille bipennée du C. Escheri Hr. dont le rachis était armé d'épines. On peut le comparer ainsi que ses congénères C. Falconeri Hr. et C. micromera Hr. avec le C. mucronata W. du Brésil; il appartenait probablement à ce groupe brésilien composé d'arbres à troncs noueux, à feuilles épineuses et bipennées et à fleurs d'un jaune d'or. — Deux autres espèces, C. lepida Hr. et Laharpii Hr. rappellent, au contraire, le C. sappan L. qui vit dans l'Inde et qu'on rencontre très-souvent à Madère où il est devenu spontané, revêtant les rochers et les haies de son feuillage gracieux et foncé; au printemps, il est couvert de charmantes fleurs d'or.

Les Cæsalpinées se rencontrent surtout dans la mollasse supérieure, les Cassia, au contraire, sont communs à tous les étages. — Plusieurs espèces, telles que les C. Berenices Ung., C. hyperborea Ung., C. phaseolites Ung., C. lignitum et C. ambigua Ung., appartiennent aux Papilionacées les plus communes de notre flore. Ce devaient être de beaux arbrisseaux à feuilles d'un vert brillant, pennées et à fleurs jaunes ainsi que leurs congénères vivant actuellement en Amérique. — Une charmante espèce, le Cassia concinna Hr. nous a laissé à Oeningen un rameau couvert de feuilles; ses pinnes délicates se repliaient sans doute pendant leur sommeil, comme celles du Cassia microphylla W.

Les Gleditschia s'annoncent par de longs aiguillons, des feuilles et des fruits. Ce sont des arbres étrangers à l'Europe actuelle, tandis que le genre Ceratonia, dont on a trouvé une espèce à Oeningen, a pour analogue le Caroubier du sud de l'Europe.

Ces genres se rencontrent encore dans la végétation actuelle, mais le genre Podogonium est complétement éteint. Il se rapproche des Tamarins par la forme et la nervature des feuilles ainsi que par la conformation des germes; mais il s'en éloigne complétement par les fruits. La fig. 196 reproduit les traits caractéristiques de cet arbre remarquable. Les rameaux, minces, sont pourvus de longues feuilles pennées sans foliole impair. La première ou les deux premières nervures latérales de la face inférieure des feuilles sont très-longues, tandis que sur la face supérieure elles ne sont pas plus longues que les autres. — Les fleurs, qui sont petites (fig. 196, 1), occupent des rameaux nus. Le calice, tubuleux inférieurement, est divisé en quatre lobes; nous ne savons s'il était pourvu d'une corolle. L'ovaire, porté par un gynophore, est uniovulé et dépasse le tube du calice; il se transforme ensuite en une gousse longuement pédicellée qui, lors de sa maturité, s'ouvre en deux valves jusqu'à sa base (fig. 196, 3); la graine, grosse et ronde, sort alors de son péricarpe. On a recueilli à Oeningen une grande quantité de ces fruits dont la gousse ouverte laisse voir la graine sortant à moitié ou au tiers.

Les Tamarins ont des gousses non déhiscentes et à plusieurs graines. Dans ma flore tertiaire, j'ai décrit six espèces de ce genre, provenant d'Oeningen, parmi lesquelles les Podogonium Knorrii et Lyellianum Hr.



Fig. 196.

Podogonium Knorrii A. Br.; 1. rameau en fleurs; 2. rameau jeune avec un jeune fruit; 3. rameau feuillé avec des fruits mûrs.

sont les plus communes. — Elles sont caractéristiques de l'étage œningien et ont aussi été recueillies près de la Schrotzburg, à l'Albis, à Irchel près de Baden et au Locle. L'Allemagne en a aussi donné quelques échantillons trouvés dans les tufs de Hohen-Krähen, de Günzburg, de Randeck en Wurtemberg, d'Elbogen en Bohême, de Tokay en Hongrie ; ce Podogonium devait donc avoir une aire très-considérable.

5. COMPARAISON DES PLANTES DE NOTRE MOLLASSE AVEC CELLES DE NOTRE FLORE ACTUELLE.

Un regard jeté sur le règne végétal de l'époque houillère et de l'époque keupérienne nous révèle une végétation complétement étrangère à celle de nos jours, et les flores jurassique et crétacée ne nous fournissent aucune espèce se rapportant exactement à celles qui vivent aujourd'hui. La flore miocène au contraire se rapproche de la nôtre, et offre à peu près la même physionomie. — La plupart des espèces peuvent être rapportées à des genres vivants. Parmi ceux dont les restes sont assez bien conservés pour fournir des caractères suffisants à une détermination précise, il n'y en a que 6 qui soient éteints et qui appartiennent exclusivement à la flore tertiaire ; ce sont les Physagenia, Calamopsis, Najadopsis, Laharpia, Apeibopsis et Podogonium. — La conformité des plantes miocènes avec les nôtres va donc jusqu'aux genres, et dans fort peu de cas jusqu'aux espèces ; ces dernières diffèrent presque toutes des espèces vivantes ; mais pour un nombre considérable la différence est si minime qu'elle suffit à peine à établir la limite spécifique. J'appelle ces espèces *homologues*, et je suis d'avis qu'elles sont les ancêtres des espèces actuelles qui sont par conséquent les descendants de leurs homologues miocènes. Nous avons dans notre mollasse 72 espèces formant environ 9 % du monde végétal vasculaire que l'on peut considérer comme les homologues de plantes vivant encore. Parmi les espèces de notre flore tertiaire, qui ont ainsi des liens d'étroite parenté avec les espèces vivantes (indiquées entre parenthèses) je puis citer les suivantes :

Woodwardia Rœssneriana (W. radicans L. sp.), Aspidium Escheri (A. thelypteris Sw.), Isoctes Braunii (I. lacustris L.), Taxodium dubium, fig. 156 (T. distichum Rich.), Glyptostrobus europæus, fig. 155 (Gl. heterophyllus), Sequoia Langsdorfii, fig. 159 (S. sempervirens Lamb.), Sparganium valdense (S. ramosum Ait.), Liquidambar europæum, fig. 165 (L. styraciflum), Populus mutabilis, fig. 166 (P. euphratica), P. balsamoides (P. balsamifera L.), P. latior (P. monilifera Ait.), Salix varians (S. fragilis L.), Ulmus Braunii, fig. 168 (U. ciliata Ehrh.), Planera Ungeri, fig. 167 (Pl. Richardi Mich.), Platanus aceroides (Pl. occidentalis L.), Laurus princeps, fig. 172 (L. canariensis Sm.), Cinnamomum polymorphum, fig. 171 (C. Camphora L.), C. Scheuchzeri, fig. 170 (C. pedunculatum Thb.), Hakea salicina Hr., fig. 184 (H. saligna R. Br.), Diospyros brachysepala, fig. 178 (D. Lotus L.), Acerates veterana, fig. 181 (A. longifolia Mich.), Fraxinus prædicta, fig. 179 (Fr. oxyphylla M. Br.), Liriodendron Procaccinii, fig. 186 (L. tulipifera L.). Acer trilobatum, fig. 190 (A. rubrum L.), A. eriocarpoides (A. eriocarpum Ehrh.), A. decipiens (A. monspessulanum L.), Paliurus Thurmanni, fig. 194 (P. aculeatus Lam.), Zizyphus Ungeri, fig. 195 (Z. sinensis Lam.), Berchemia multinervis (B. volubilis), Robinia Regeli (R. hispida L.), Gleditschia Wessели (G. triacantha L.).

Ces espèces ont avec celles de notre flore un degré de parenté si rapproché, qu'il est probable qu'elles ont avec elles un rapport génétique complet. A côté d'elles, il y en a d'autres fort nombreuses qui, quoique s'éloignant plus que les précédentes de leurs congénères, leur ressemblent encore beaucoup; je les nomme *analogues*. D'autres enfin s'écartent complétement des formes vivantes, et représentent des types de plantes spéciaux et éteints, quoiqu'ils puissent cependant être rapportés à des genres vivant encore. Je me borne à citer les grandes Prêles, Equisetum procerum, les Palmiers à feuilles pennées, l'Érable à grands fruits (fig. 192), les Nelumbo (Nelumbium Buchi). Plusieurs espèces d'Aunes, de Bouleaux, de Charmes, plusieurs Chênes, Figuiers, Cæsalpinia, Dalbergia et Acacia s'écartent tellement des types vivants qu'ils en forment

de spéciaux à l'époque tertiaire. Ces types sont apparus pour la première fois durant cette période, et ne se retrouvent plus après elle.

6. CARACTÈRES DE NOTRE FLORE MOLLASSIQUE.

La comparaison des espèces homologues et analogues est d'une grande importance pour la solution de la question de parenté entre la flore tertiaire et celle de notre époque. Elle nous montre de suite que les formes de plantes tertiaires ne se rapportent pas à notre flore suisse actuelle, mais bien à celles de pays étrangers; quelque grande que soit, dans son caractère général, la ressemblance de la flore miocène avec le règne végétal actuel, la différence qui la sépare de la flore vivante de l'Europe centrale est très-frappante, et nous montre que depuis cette époque il s'est produit dans cette partie du monde un changement complet.

Si nous classons d'après leur patrie nos espèces vivantes homologues aux espèces miocènes, nous constatons que 33 sont américaines, 16 européennes, 12 asiatiques, 2 des îles de l'Atlantique et 3 de la Nouvelle-Hollande; de plus, 4 espèces sont communes à l'Europe et aux îles de l'Atlantique, juste autant à l'Europe et à l'Asie et 2 à l'Amérique et à l'Europe.

Si nous réunissons les espèces homologues et analogues, nous arrivons aux résultats suivants :

83 espèces vivent dans le nord et 103 dans le sud des États-Unis, 40 sous les tropiques de l'Amérique, 6 au Chili, 58 dans l'Europe centrale, 79 dans la zone méditerranéenne, 23 dans la zone tempérée, 45 dans la zone chaude, 40 dans la zone torride de l'Asie, 25 dans les îles de l'Atlantique, 26 dans le reste de l'Afrique et 21 dans la Nouvelle-Hollande.

Ces chiffres nous montrent que pendant l'époque miocène ces types de plantes, répartis aujourd'hui sur toute la terre, ont habité notre pays, et qu'ils rappellent en majeure partie des plantes américaines; au second rang vient l'Europe, ensuite l'Asie, l'Afrique et la Nouvelle-Hollande.

En Europe, ce sont les pays méditerranéens qui renferment le plus grand nombre d'espèces analogues; en Amérique le sud des États-Unis (Louisiane, Floride, Nouvelle-Géorgie, Caroline et Californie); en Asie, les contrées caucasiques, l'Asie Mineure et le Japon (compris sous la rubrique: zone chaude); en Afrique, Madère et les îles Canaries. La zone torride de l'Asie, les îles de la Sonde comme l'Amérique tropicale sont aussi représentées. Ce n'est pas seulement le nombre des espèces qu'il faut prendre en considération, mais encore la masse de la végétation, qui contribuait aussi à donner au pays son aspect caractéristique. A ce point de vue, la flore européenne se trouve reléguée encore plus à l'arrière-plan, tandis que les premières places sont occupées par la flore du Japon avec son abondance de Camphriers et ses Glyptostrobus, par celle des îles Atlantiques avec ses Lauriers, par la flore américaine avec ses nombreuses espèces de Chênes toujours verts, d'Érables et de Peupliers, ses Platanes, ses Liquidambar, ses Robinia, ses Sequoia, ses Taxodium et ses Pins à feuilles ternées, enfin par celle de l'Asie Mineure avec ses Planera et son Populus mutabilis. Nous trouvons donc les types les plus nombreux et les plus importants de notre flore tertiaire dans la zone comprise entre les lignes isothermes du 15°—25° centigrade, et dans cette zone, c'est encore l'Amérique dont la nature correspond le mieux à celle de notre pays tertiaire.

Remarquons-le bien cependant, on ne peut parler ici que d'une ressemblance plus ou moins générale dans le caractère de la nature du pays; car le monde végétal de notre pays tertiaire a son cachet tout spécial et tel qu'on ne le rencontre nulle part aujourd'hui à la surface du globe. Il est exprimé dans la singulière association de types spécifiques maintenant séparés par de grandes distances, comme aussi par certaines formes très-particulières et maintenant éteintes.

CHAPITRE IX

LA FAUNE MOLLASSIQUE

Ire PARTIE : *Animaux terrestres et d'eau douce.*

Univalves et Bivalves. — Crustacés. — Isopodes. — Phyllopodes. — Crangons. — Crabes. — Araignées. — Insectes. — Nombre d'espèces. — Mode de conservation et enfouissement. — Leur habitation. — Apparition des Insectes des bois. — Insectes aquatiques. — Manière de vivre des Insectes et leurs rapports avec la flore et le reste de la faune. — Caractères de la faune entomologique d'Oeningen. — Revue des formes principales. — Grilliens. — Sauterelles. — Forficules. — Physopodes. Nevroptères. — Termites. — Éphémères. — Coléoptères. — Guêpes. — Fourmis. — Abeilles. — Aphidines. — Punaises d'eau et des bois. — Cicadines. — Mouches. — Papillons. — Poissons. — Reptiles. — Oiseaux. — Mammifères. — Leurs rapports avec la flore. — Faune des Mammifères des différents étages de la mollasse.

IIme PARTIE : *Animaux marins.*

A. Du tongrien. — B. Du second et du troisième étage. — C. Du quatrième étage. — Faune du grès coquillier et de la mollasse subalpine. — Caractère de la faune marine de l'helvétien. — Récapitulation des espèces.

Ire PARTIE. ANIMAUX TERRESTRES ET D'EAU DOUCE.

Une flore aussi riche que celle de l'époque miocène nous autorise à croire qu'elle devait posséder aussi une faune très-variée.

Notre attente ne sera pas déçue, car il est hors de doute que la faune de cette période fut beaucoup plus riche que celle de nos jours. Un des éléments de cette richesse est fourni par la mer qui recouvrit notre pays à de certains moments et par places, et offrit ainsi des conditions favo-

rables d'existence à une foule d'animaux qui lui sont actuellement complétement étrangers. Nous distinguerons donc les animaux marins de ceux de la terre ferme, et nous commencerons par jeter un coup d'œil sur ces derniers.

La plupart des localités qui nous ont livré des plantes, nous ont procuré en même temps des restes d'animaux. Notre faune avait donc la même aire que notre flore. Nous sommes loin, il est vrai, de pouvoir présenter le tableau complet de toutes les classes du règne animal de cette époque dans notre pays, car il nous manque des divisions entières, ainsi, les Annelés et les Infusoires; malgré cela, les Vertébrés et les Insectes, qui donnent sa principale physionomie à la faune d'un pays, ont fourni tellement d'espèces qu'il nous est facile de nous représenter le caractère des êtres animés de cette époque, et de compléter ainsi le tableau que nous avons ébauché avec la flore miocène.

La première partie de ce chapitre sera donc destinée à nous faire connaître, du moins dans ses formes principales, la faune mollassique de notre pays.

I. LES MOLLUSQUES.

Les Univalves qui ont vécu dans nos forêts primitives, ainsi que les Bivalves qui peuplaient les ruisseaux et les lacs appartiennent tous à des genres vivants. — Les espèces sont presque toutes éteintes et leurs proches parents habitent exclusivement des pays étrangers. Les Hélix forment comme maintenant le genre le plus riche, mais aucune espèce n'atteint la grosseur de notre Hélix des vignes (Helix pomatia L.). Une des espèces les plus communes de notre mollasse inférieure est l'Helix Ramondi Br. (fig. 201); elle est très-voisine de l'H. Bowdichiana Fer., dont les coquilles se trouvent par millions dans les sables de Caniçal, à Madère et à Porto-Santo. — Sur la langue de terre de Caniçal j'ai vu une certaine étendue de pays complétement couverte de ces coquilles (avec beaucoup d'autres espèces), si bien qu'à chaque pas on en écrase un grand nombre; par places elles sont couvertes de sable. Évidem-

ment elles se sont accumulées pendant une longue période dans une baie lacustre; puis elles ont été recouvertes de sable et de boue; mais elles ont conservé leur forme, n'étant soumises à aucune pression. C'est de la même manière que se sont conservés les amas de coquillages qu'il n'est pas rare de rencontrer dans notre marne miocène de la Paudèze, de Delsberg, Schwamendingen, Frauenfeld, etc.; ce pendant ceux-ci ont été écrasés sous la pression exercée par les masses de pierres qui les recouvrent, en sorte qu'on peut rarement les déterminer.

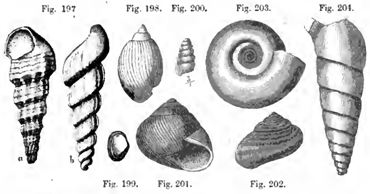


Fig. 197. **Melania Escheri** Brongn.; a. de Michelsberg près d'Ulm; b. des marnes carbonifères de Kapfnach. — Fig. 198. **Limneus pachygaster** Ph. de Veltheim. — Fig. 199. **Cyclas Escheri** K. May. de la Schrotzburg. — Fig. 200. **Pupa Buchwalderi** Grep. gross. 3 fois, de Delsberg. — Fig. 201. **Helix Ramondi** Br. — Fig. 202. **Helix sylvestrina** Ziet. Delsberg. — Fig. 203. **Planorbis solidus** Th. — Fig. 204. **Clausilia maxima** Grat. entre Ferrach et Ruti.

L'Helix Ramondi, ainsi que l'H. inflexa Mart. qui se rencontre à Delsberg, est proche parente d'une espèce des îles atlantiques; tandis que l'H. sylvestrina Ziet. (fig. 202), l'espèce la plus commune de notre mollasse, ainsi qu'une espèce voisine également très-commune, l'H. moguntina Desh., rappellent les formes européennes de l'H. sylvatica et splendida Drap. La première est si bien conservée à Vermes (dans le Delsberg) qu'on peut reconnaître encore les 3 ou 5 lignes foncées qui se dessinent sur la coquille. On distingue également sur l'H. rugulosa Mart., si commune dans la vallée de Delsberg, les 4 bandes

colorées de la coquille. — Cette espèce a de proches parents dans l'Inde occidentale et dans le nord de l'Amérique : ce sont l'H. elevata Say et H. pensylvanica Green. De même l'H. ehingensis Kl. (de Delsberg) et l'H. osculum Th. se rapprochent de l'H. Berlanderiana Mor., espèce du Texas ; la grande H. insignis Schübl., commune dans la vallée de Delsberg, peut être comparée à une forme de l'Afrique occidentale parente de l'H. rosacea Müll. Les Helix sont abondantes dans notre mollasse et apparaissent partout où se trouvent des plantes. Nous en trouvons même 11 espèces dans la mollasse marine où elles ont été amenées par les ruisseaux, et où elles sont mêlées à des animaux marins.

Les espèces du genre Dolium et les Clausilies étaient beaucoup plus rares, tandis que ces dernières avec leur charmantes petites coquilles se voient en grand nombre aujourd'hui broutant les mousses qui couvrent les arbres et les rochers, et recherchant les endroits secs et exposés au soleil.

Cependant, on trouve à Vermes et à Tramelan deux espèces de Pupa : P. accuminata Kl., et P. Buchwalderi Grep. (fig. 200) et une très-grosse Clausilie, Cl. maxima Grat. (fig. 204) qui a été recueillie dans plusieurs localités de notre pays : dans la marne de Bäretschweil entre Ferrach et Rüti, et à Unterdevelier, où se rencontre une seconde grande espèce, la Clausilia antiqua Schübl. ; la première rappelle une espèce chinoise, la Cl. schanginensis Pfr., et la seconde une espèce javanaise.

Dans les ruisseaux et les lacs de notre pays mollassique il y avait des Unio et des Anodontes, des Cyclas, des Planorbes, des Limnées, des Paludines et des Néritines dans la même proportion qu'aujourd'hui en Suisse. Quelques espèces par exemple : le Neritina fluviatilis L. et Paludina tentaculata L. vivent encore dans nos eaux, tandis que les autres espèces sont éteintes. Parmi les Bivalves la plus grande en même temps que la plus commune est l'Unio undatus Humb. Elle commence à l'aquitanien, continue jusqu'à l'œningien et ressemble beaucoup à l'Unio rugosus Lea, d'Amérique. Nous la rencontrons dans de nombreuses localités, entre autres : Brullée au-dessus de Lutry, Rüdholz près de Soleure,

Küttigen près d'Aarau, Dettinghofen près d'Eglisau, Sitterwald dans le canton de St-Gall, Stein, Berlingen, Steckborn et Wangen près d'Oeningen ; en effet elle appartient à plusieurs des étages mollassiques ; mais les Anodontes n'ont été rencontrés jusqu'ici que dans l'étage supérieur de la mollasse. Une espèce, l'Anodonta Lavateri Münst. sp., se trouve en si grande quantité dans une couche d'Oeningen, que cette couche a reçu le nom de *Krotenschüsselschicht* (couche à Bufonites). J'ai recueilli cette espèce aussi dans les marnes de la Schrotzburg, où il s'en trouve une autre plus petite, plus large et plus arrondie aux extrémités, l'Anod. Heerii May. ; elle a été également observée près de Spreitenbach. Dans la même localité de la Schrotzburg, j'ai trouvé une jolie Cyclas nouvelle : C. Escheri May. (fig. 199), qui se rapproche de l'espèce vivante: C. lacustris.

Parmi les Escargots d'eau douce, les Limnées étaient les plus communes ; par places, elles gisent en quantités innombrables, mais sont fréquemment très-aplaties par la pression. La plus commune des espèces turriculées est le Limnæus pachygaster Thom. (fig. 198) qui se rencontre dans la mollasse inférieure, à Rufi et dans l'helvétien et l'œningien, près de Zurich, Veltheim, Steckborn et Oeningen. Elle ressemble beaucoup à une espèce du Gange, le L. amygdalum Trosch.

Les Planorbes sont représentées par une demi-douzaine d'espèces parmi lesquelles le grand Planorbis solidus Thom. (fig. 203) est le plus répandu ; nous le rencontrons dans les environs de Zurich (près de Schwamendingen, au Faletschen, dans le Stöckentobel), à Käpfnach, dans le Turbenthal, près de Steckborn, etc.; il a comme proche parent une espèce vivant dans les Indes occidentales et au Mexique, le Pl. tumidus L. Le Pl. declivis A. B. de Delsberg et du Locle ressemble au Pl. kermatoides Orb. du sud de l'Amérique.

Parmi les petites Néritines, outre la Neritina fluviatilis, quatre espèces éteintes vivaient dans nos eaux ; ce sont : les N. picta Fer., N. Grateloupana Fer., N. Linthæ May. et N. Heerii May. — Dans le troisième étage, une petite espèce de Valvata, la V. multiformis, et dans le qua-

trième et le cinquième, une Paludine, la P. acuta Drap. se trouvaient dans notre pays, la dernière par milliers. Notre collection possède 3 espèces de Melanopsis parmi lesquelles la M. Kleinii Kurr. (fort abondante) est très-voisine de la M. prærosa L. de la zone méditerranéenne.

A ces genres appartenant à notre faune européenne il faut ajouter le beau genre Melania, qui est exotique. Le M. Escheri Br. (fig. 197) a été trouvé, il y a bien des années déjà, par M. C. Escher de la Linth à Käpfnach, et depuis il a été recueilli dans presque toutes les formations miocènes d'Europe. Il commence déjà avec l'éocène supérieur (dans le bartonien de Ralligstöcke) et on peut le suivre jusque dans l'œningien. Il semble originaire de notre pays, d'où il s'est probablement répandu dans l'est de l'Europe pendant la mollasse supérieure. Mais ces congénères, les M. varicosa Trosch. et M. pulchra Busch. habitent les fleuves de l'Asie tropicale.

II. LES ARTICULÉS.

a. *Crustacés.*

Cette classe d'animaux vit principalement dans la mer, et nous ne devons pas nous étonner du petit nombre qu'en renferme notre mollasse d'eau douce. Nous avons cependant quelques représentants de la plupart des familles de nos eaux douces et de nos continents.

En fait d'Isopodes, Oeningen nous a conservé une espèce d'Armadille qui a, comme le Hérisson, la faculté de se rouler en boule dès qu'elle aperçoit le danger. L'espèce d'Oeningen, l'Armadillo molassicus Hr., a gardé après sa mort cet forme enroulée, ainsi que nous le montre la fig. 210; elle est très-semblable à notre Armadille commune.

Les tests de Phyllopodes sont très-communs; dans le calcaire d'eau douce d'Oeningen et du Locle on rencontre en quantité considérable le Cypris faba Desm. (fig. 205). C'est un petit animal bivalve, réniforme, très-semblable à celui qui vit maintenant dans les eaux douces et qui se meut dans l'eau au moyen de ses antennes de la première paire munies de soies et de celles de la seconde paire dépassant le test. Ils servent de

nourriture à une grande quantité d'Insectes aquatiques. Oeningen nous fournit une espèce de Gammaride, Gammarus œningensis Hr. (fig. 209), très-semblable au G. pulex Deg. sp. qui vit dans nos cours d'eau et dans nos lacs, et qui sans doute devait prendre en parcourant l'eau la position oblique que nous connaissons à ce dernier. La présence des Daphnoides ne nous est révélée que par des œufs trouvés à Oeningen (fig. 206). Ces Crustacés ont deux sortes d'œufs: ceux d'été n'ont pas d'enveloppe proprement dite, tandis que les œufs d'hiver sont rangés dans une espèce de sac nommé éphippium. Les éphippium d'Oeningen ont la forme de petites écailles ovales dans lesquelles on peut fort bien reconnaître les deux œufs. Ils correspondent donc à ceux que l'on rencontre dans nos eaux depuis l'automne jusqu'au printemps.

Les animaux les plus grands et les plus remarquables de cet ordre sont les Crabes, dont çà et là on retrouve des morceaux de test dans la mollasse d'eau douce supérieure. Souvent ces morceaux sont si insignifiants qu'on n'a pu les déterminer (ainsi ceux de Schwamendingen). Oeningen encore ici est venu au secours des naturalistes en donnant quelques espèces reconnaissables. — Les 3 espèces retrouvées appartiennent, chose remarquable, aux Crangons et aux Crabes, qui actuellement, à peu d'exceptions près, habitent la mer, tandis que le lac d'Oeningen était sans aucun doute rempli d'eau douce, ainsi que le prouvent d'autres restes de nombreux animaux d'eau douce. Les Crangons sont représentés par le genre spécial et éteint: Homelys Myr. et par une espèce, H. major Myr. qui se distingue par ses antennes fines et par un rostre pectoral lisse. — Cette espèce est un peu plus petite que le Palæmon squilla L. et ressemble beaucoup au P. fluviatilis Mart. qui vit dans le lac de Garda et dans les eaux douces du duché de Parme. Elle se rencontre seulement dans les couches à Insectes de la carrière inférieure; tandis que les Crabes se trouvent presque exclusivement dans la carrière supérieure. — Nous avons de ces dernières deux espèces appartenant à deux genres très-différents. — L'une se rattache probablement aux Telphusa, l'autre aux Gecarcinus. — La première

(fig. 207) a le test légèrement arrondi sur les côtés et le dos garni de petites verrues rangées en ordre transverse, tandis que la seconde (fig. 208) a le corps en forme de cœur et fortement resserré à sa base; le test est garni de petits points. Dans ces deux espèces d'Oeningen les pinces sont de force égale, le dernier article des pattes est aminci en

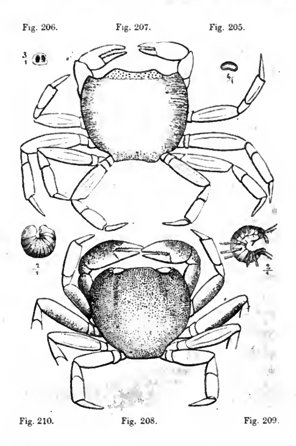


Fig. 205. **Cypris faba** gross. 4 fois, du Locle. — Fig. 206. Oeufs d'une Daphnia gross 3 fois, d'Oeningen. — Fig. 207. **Telphusa speciosa** Myr. sp. d'Oeningen. — Fig. 208. **Gecarcinus punctatus** Hr. d'Oeningen (complété comme le précédent d'après de nombreux morceaux). — Fig. 209. **Gammarus œningensis** Hr. gross. — Fig. 210. **Armadillo molassicus** Hr. gross., d'Oeningen.

couteau sur les bords, le bout en est appointi ; la troisième paire est un peu plus longue que les autres.

Les Telphusa d'Oeningen* sont semblables à une espèce du sud de l'Europe, le seul Crabe qui vive dans les fleuves et les lacs ; il paraît être répandu dans tous les pays méditerranéens. On le trouve en particulier très-abondant dans le lac d'Albano, d'où on l'expédie à Rome pour le carême ; il y est mangé par toutes les classes. Il doit avoir joué déjà un rôle dans l'antiquité, car on le voit sur les vieilles monnaies d'Agrigente en Sicile. L'apparition de ce genre à Oeningen, où il a vécu dans l'eau douce, n'a donc rien d'étonnant. Il appartient aussi aux types méditerranéens qui étaient très-répandus chez nous.

Le genre Gecarcinus est, au contraire, complétement étranger à la faune européenne ; on le trouve maintenant dans l'Amérique tropicale, surtout aux Antilles, où il est connu sous le nom de *Tulurlu*. Il vit dans les forêts et dans l'intérieur du pays, se construit des retraites dans la terre et ne les abandonne que la nuit pour aller à la chasse. Une fois par an ces animaux se réunissent en grandes troupes et vont à la mer, en prenant la voie la plus directe, pour y déposer leurs œufs. — La ponte terminée ils reviennent très-affaiblis à leurs terriers. — Nous ne pouvons pas dire si l'espèce d'Oeningen avait le même genre de vie, car à l'époque œningienne la mer avait disparu de ces localités ; mais peut-être

* M. de Meyer a décrit cette espèce sous le nom de Grapsus speciosus (Palæontographica X. p. 168, 1863) ; elle appartient en tout cas au groupe des Brachyures quadrilaterales Latr. qui renferme les Grapsus, les Gecarcinus et les Telphusa. Elle ne paraît cependant pas devoir être rapportée aux Grapsus, mais bien aux Telphusa, genre voisin. La longueur relative des pattes, leur forme et la carapace elle-même, s'opposent à ce que cet animal soit classé dans le genre Grapsus ; la carapace de notre espèce est plus étroite à la partie postérieure, et les bords n'en sont pas dentelés. Chez les Grapsus, la seconde paire de pattes est beaucoup plus courte que les autres, et les cuisses de celles-ci sont plus larges et plus fortes. Par tous ces détails, notre Crustacé d'Oeningen appartient aux Telphusa, ainsi que l'atteste surtout la forme des pattes-mâchoires extérieures. Les pinces non armées et les jambes privées de soies raides sont une remarquable diagnose spécifique. La fig. 207 représente un petit exemplaire, nous en avons de grosseur double. Chez la femelle, la valve caudale est beaucoup plus large que chez le mâle.

y avait-il çà et là quelques marais salins ou quelques petits bassins dans lesquels les Crabes pouvaient aller faire leur ponte. Le Gecarcinus est rare à Oeningen; mais le Telphusa y est abondant; j'ai reçu 28 exemplaires de ce dernier et 11 seulement du premier.

b. *Araignées. Arachnides.*

Oeningen ne nous fournit que peu de renseignements sur les Araignées de notre mollasse; ce sont seulement les marnes calcaires fines des couches inférieures qui ont conservé ces animaux mous. Quant aux couches supérieures, elles ne nous en ont donné que deux morceaux très-endommagés. — Les Araignées trouvées jusqu'ici à Oeningen représentent 28 espèces dont la distribution en genres est fort difficile, car les principaux caractères qui consistent en grande partie dans la position des yeux, ont complétement disparu. Nous avons cherché à les classer d'après la forme du corps et la longueur relative des jambes, et nous avons ainsi obtenu une dizaine de genres.

Les fig. 211 à 221 représentent les principales formes de ces Araignées œningiennes. — Nous y voyons l'Epeira mollassica Hr. (fig. 221) de la grandeur de notre Epeire commune; plusieurs Thomisus: Th. œningensis* (fig. 215), Th. lividus (fig. 216), Th. Sulzeri (fig. 217), qui se distinguent par la 3me paire de pattes plus courtes que les autres; ils marchent de côté comme les Crabes; quelques Theridion: Th. annulipes (fig. 212), Th. globulus (fig. 220), chez lesquels la 3me paire est plus courte que les autres, et l'abdomen presque globuleux; trois petites Macaria; M. tenella (fig. 218) à cephalothorax et abdomen allongés, étroits, et à pattes petites; la Clubiona Eseri Hr. (fig. 213) couverte de poils; et une Argyronecta? longipes (fig. 214) à longues pattes. Les

* Thorell rapporte ce Thomisus aux Xysticus, et le Theridium maculipes aux Asagena. Cependant, d'après Koch, le Xysticus ne doit pas être séparé du Thomisus, et d'après Walkenaer, les Asagena rentrent dans les Theridium. Nous devons être satisfaits si, malgré la mauvaise conservation des Araignées fossiles, nous pouvons, pour le moment, retrouver les genres les plus importants.

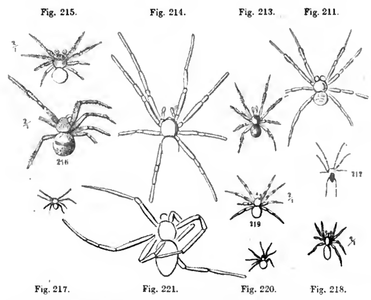


Fig. 211. **Schellenbergia rotundata** Hr. — Fig. 212. **Theridion annulipes** Hr. — Fig. 213. **Clubiona Eseri** Hr. — Fig. 214. **Argyronecta longipes.** — Fig. 215. **Thomisus œningensis** gross. 2 fois. — Fig. 216. **Thomisus lividus** Hr. gross. 2 fois. — Fig. 217. **Thomisus Sulzeri** Hr. — Fig. 218. **Macaria tenella** Hr. — Fig. 219. **Theridion maculipes** Hr. gross. 2 fois. — Fig. 220. **Theridion globulus** Hr. — Fig. 221. **Epeira molassica** Hr.

autres espèces que je n'ai pu répartir avec certitude dans les genres vivants, sont pour la plupart petites, délicates et appartiennent en grande partie au groupe des Fileuses.

Une espèce cependant est fort remarquable et me paraît appartenir à un genre éteint, c'est la Schellenbergia rotundata (fig. 211). Ses palpes sont courts et terminés par deux boules rondes. L'abdomen court et globuleux semble tenir de très-près au thorax; il est pourvu de sillons transversaux. La troisième paire de pattes est la plus courte, les autres sont presque égales en longueur. Les cuisses sont parcourues par une côte longitudinale. C'est la seule Araignée d'Oeningen dont la forme s'écarte considérablement de celle des Araignées vivantes; les autres

sont peu remarquables et appartiennent en grande partie à des genres qui ont actuellement une très-grande area. La plupart de ces Araignées ont probablement vécu sur les bords du lac d'Oeningen. Les Epeires tissaient leurs toiles entre les Roseaux et les Joncs, les Thomises tendaient leurs filets planes sur les plantes marécageuses, dont les fleurs pouvaient recéler des Insectes. Les Theridion, comme leurs congénères actuels, dressaient leurs étoiles horizontales sur les herbes et les arbres. Les Clubiona et les Macaria habitaient sous l'écorce des arbres et sous les pierres. Toutes ces Araignées vivaient donc sur la terre ferme; elles tombèrent accidentellement dans l'eau pour être ensuite ensevelies dans la vase; une espèce cependant, l'Argyronecta? longipes, vivait probablement* sur l'eau et rappelle la remarquable Araignée aquatique, Arg. aquatica Deg. qu'on trouve dans nos environs (Katzensee). Elle tisse une toile en forme de sac dont l'ouverture se trouve à la partie inférieure. Elle remplit d'air ce sac de la manière suivante : arrivée à la surface de l'eau elle dresse son abdomen poilu, puis, plongeant soudainement, elle entraîne avec elle les bulles d'air adhérant à son corps, elle pénètre alors dans son nid et y dépose ses bulles d'air à l'aide de ses pattes. Quoique son appareil respiratoire ne diffère pas de celui des autres Araignées, la provision d'air attachée à son abdomen lui permet de vivre sous l'eau.

Si nous comparons les Araignées d'Oeningen avec les espèces découvertes dans le succin, nous n'en trouverons aucune exactement semblable, mais seulement quelques proches parentes**. La plupart des Araignées du succin peuvent se rattacher à des genres vivants, quoiqu'il

* Malheureusement, les deux échantillons que j'ai reçus jusqu'à présent ne sont pas assez bien conservés pour pouvoir être sûrement déterminés. La longueur relative des pattes, les palpes filiformes délicats et les côtés arrondis du thorax semblent indiquer une Argyronecta; cependant le thorax est moins proéminent en avant que chez l'espèce vivante; sa forme et les pattes sont assez semblables à celles des Tegenaria. D'après Thorell, cette espèce n'appartient pas aux Argyronecta, mais semble former un genre spécial, comme c'est le cas pour les Clubiona.

** La Clubiona Eseri est très-semblable à la Cl. lanata B. et K., et la Macaria tenella à la M. procera B. et K.

y en ait aussi d'éteints; c'est le cas surtout d'une Archæa qui forme une famille très-remarquable. Le succin renferme un grand nombre d'espèces, car la résine coulant des arbres enveloppa les animaux qui se trouvaient soit sous l'écorce soit sur les trous et les embauma pour toujours.

La grande division des Acariens a fourni, à Oeningen, une espèce seulement du genre Acarus; c'est une toute petite bête ovale (1 millim. de long, $^1/_2$ millim. de large) avec 8 pattes presque égales en longueur.

c. *Les Insectes.*

Dans les époques primitives, comme de nos jours, les Insectes ont fourni le contingent principal du règne animal. Malgré leur petitesse et la fragilité de leur organisation il nous est parvenu tellement d'espèces qu'il ne peut y avoir aucun doute à cet égard. La mollasse de la Suisse n'a donné que 33 espèces, mais Oeningen en a fourni 844 dont une seule se retrouve dans les autres gisements, ce qui forme un total de 876 espèces pour nos environs. Ces Insectes se divisent ainsi: 543 Coléoptères, 20 Orthoptères, 29 Névroptères, 81 Hyménoptères, 3 Lépidoptères, 64 Diptères et 136 Hémiptères. Les plus nombreux sont donc les Coléoptères; viennent ensuite les Hémiptères, les Névroptères et les Diptères. Les Lépidoptères sont les plus faiblement représentés; cette remarque concerne aussi le nombre d'individus. Je n'ai reçu jusqu'à présent* que 5 papillons ou chenilles d'Oeningen, tandis qu'il m'a passé par les mains 2546 Coléoptères, 882 Névroptères, 699 Hyménoptères, 310 Diptères, 598 Hémiptères et 131 Orthoptères. Il n'y a que 80 Névroptères à l'état parfait, tous les autres sont des larves de Libellules qui se trouvent dans une couche spéciale d'Oeningen, et qui probablement ont été détruits tout d'un coup par un événement subit qui nous a de la sorte conservé la plus grande partie des Insectes de cette localité. C'est ainsi qu'au point de vue du nombre des individus, Oeningen

* A la date de 1863, car depuis lors j'ai de nouveau reçu d'Oeningen un nombre très-considérable d'Insectes.

nous fournit en Névroptères une proportion bien plus considérable qu'aucune faune européenne actuelle, tandis qu'en réalité ces Insectes durent jouer dans l'économie générale d'alors le même rôle qu'aujourd'hui.

Les Insectes les plus abondants soit en nombre, soit en espèces, sont les Coléoptères, et l'on peut dire que sur deux Insectes trouvés à Oeningen il y en a un appartenant à cet ordre. Parmi les Hyménoptères, ce sont les Fourmis, et parmi les Diptères les Cousins qui sont les plus communs, comme de nos jours encore.

Nous devons tenir compte dans la proportion numérique des Insectes recueillis à Oeningen de ce qu'ils n'ont pu nous parvenir que d'une manière tout à fait accidentelle. En effet, des animaux terrestres nous ne retrouvons que ceux que les ruisseaux ont entraînés, ou qui y sont tombés du bord et ont péri dans le lac. Les Insectes ailés étant plus exposés à ce danger que les animaux dépourvus d'ailes, ces derniers sont beaucoup plus rares (ainsi on rencontre beaucoup de Fourmis ailées mâles et femelles, mais les ouvriers sont rares). Un grand nombre de Coléoptères nous sont parvenus avec les ailes étendues, dans la position même qu'ils prennent lorsque, tombés dans l'eau, ils étendent les ailes pour se sauver (fig. 255). Cependant, les Insectes terrestres sans ailes ne manquent pas complétement. Nous avons reçu d'Oeningen, par exemple, une chenille, des larves de Sauterelles et quelques Fourmis neutres qui, avec les Araignées et les Armadilles, prouvent, ainsi que nous l'avons vu plus haut, que la collection des Articulés d'Oeningen n'est pas seulement limitée aux animaux ailés que le vent précipitait dans le lac. Ils ont fort bien pu tomber de la berge dans l'eau, peut-être aussi des arbres riverains, d'autres enfin furent amenés par les ruisseaux. Nous n'avons retrouvé en fait d'animaux tombés dans l'eau que ceux qui ont été promptement recouverts par la vase et préservés ainsi de la pourriture. — La plupart des Insectes aquatiques sont sans doute morts sans laisser de traces, mais plusieurs ont été si rapidement recouverts d'un calcaire mince que non-seulement leur empreinte, mais la substance organique elle-même nous est parvenue. — Nous les trouvons à tous les états, larves, nymphes

et Insectes parfaits. Cet ensevelissement rapide peut seul expliquer comment il se fait que les Moucherons les plus délicats soient si bien conservés; ils le sont à tel point qu'on peut fort bien distinguer, à l'aide du microscope, les poils de leurs pattes et de leurs ailes. Ce n'est qu'ainsi que nous pouvons comprendre la conservation de beaucoup d'espèces, entre autres des Punaises des bois, dont les couleurs sont parfaitement reconnaissables.

Il est probable qu'en certains endroits du lac d'Oeningen il y avait des émanations de gaz asphyxiant, ainsi qu'on l'observe encore dans quelques localités (Tarasp en Engadine). Les Insectes étaient tués par ces émanations et tombaient dans l'eau. Ce qui confirmerait cette hypothèse, c'est qu'on a recueilli plusieurs individus accouplés, tels que les Cydnus œningensis, Pseudophana amatoria et Ponera veneraria Hr. (fig. 288). S'ils n'avaient pas été tués subitement et promptement recouverts, on ne les retrouverait certainement pas réunis. — Ceci nous explique pourquoi on ne voit que peu ou point d'Insectes dans la plupart des lieux où il s'est fait des dépôts d'eau douce; en effet, il a fallu des conditions spéciales pour conserver de la sorte des animaux aussi menus et aussi fragiles; or ces conditions ne se sont rencontrées que dans un petit nombre de lieux. Lors même que les circonstances accidentelles qui ont concouru à former la collection d'Insectes d'Oeningen ne permettent pas d'espérer une bien grande diversité d'espèces, la longue durée du temps pendant lequel elles ont pu se produire a remédié jusqu'à un certain point à ce défaut. La plus ancienne collection d'Insectes de nos musées n'a guère plus de cent ans, tandis que la collection d'Oeningen embrasse un grand nombre de siècles, et représente des individus pris dans toutes les saisons; c'est pourquoi nous y retrouvons la plupart des formes qui nous sont nécessaires pour présenter un tableau des Insectes de ces temps reculés.

Nous avons parlé plus haut de l'étonnante richesse de nos forêts miocènes en essences diverses; ces forêts devaient donner asile à un grand nombre d'Insectes des bois. C'était en effet le cas à Oeningen, et

nous voyons ainsi se confirmer nos déductions basées sur les plantes fossiles.

Dans notre faune suisse actuelle les Coléoptères des bois sont au reste des Coléoptères comme 1 est à 8,56, tandis qu'à Oeningen ils sont comme 1 à 3,3. Les forêts d'Oeningen étaient donc beaucoup plus riches en Insectes que les forêts actuelles de notre pays, et donnaient asile en même temps à des espèces plus grosses. Les Lucanes (Cerfs-volants) manquent il est vrai, mais les Buprestes présentent une richesse remarquable d'espèces et fournissent les Coléoptères les plus beaux et les plus communs de cette époque; avec eux se rencontrent de nombreux Longicornes et Trogosita; tandis que les Xylophages qui sont si redoutables pour nos forêts, manquaient totalement. — Les larves de ces divers animaux vivaient sans doute sous l'écorce et dans le bois des arbres; les nombreux Bibionites au contraire que nous rencontrons à Oeningen passaient leur vie à l'état de larve dans le limon et dans le bois pourri; les larves des petits Moucherons fungicoles se nourrissaient de la chair des Champignons qui peuplaient le sol humide des forêts. Les Termites et la plupart des Fourmis avaient sûrement leurs demeures dans les forêts, et plusieurs espèces, comme les Termes Hartungi et Büchii, Formica procera, lignitum, obesa, ainsi que leurs cousins de la faune actuelle habitaient les vieux troncs. Là ces Insectes étaient occupés à détruire les plantes mortes, à se nourrir de cadavres et coopéraient par cela même à la perpétuelle transformation de la matière.

Pendant que les uns étaient répandus sur le sol même de la forêt, d'autres grimpaient au sommet des arbres, afin de sucer le miel que leur fournissaient les colonies de Pucerons. Les Chrysomelines et les Rhynchophores demeuraient aussi sur ces hauteurs où de grosses Cigales cachées dans l'épaisseur du feuillage faisaient entendre leur cri strident et monotone. Ainsi les Insectes tombés par hasard dans le lac nous dévoilent une faune entomologique forestière, riche autant que variée, et font passer sous nos yeux le tableau de cette localité si petite et cependant si merveilleusement peuplée.

Si nous quittons la forêt pour les prairies, nous retrouverons sur les herbes et les fleurs les mêmes Insectes que de nos jours. Nous rencontrons de nombreux Rhynchophores et Chrysomelines, des Lamellicornes (Trichius) tachetés et pailletés d'or, des Punaises aux reflets métalliques, des Mouches (Syrphus) bariolées, des Bourdons et des Abeilles suçant le miel des fleurs. Les Sarcophages ne manquent pas non plus (Telephorus et Malachius); ils guettent sur les fleurs les paisibles buveurs de nectar et cherchent à s'en emparer.

Si nous dirigeons nos pas vers le lac et que nous parcourions les Roseaux et les forêts de Joncs, nous y verrons des formes d'Insectes que nous remarquons sur nos rives. Les Chrysomeles dorées (Chrys. Calami) se chauffent sur les feuilles des Roseaux, les vertes Donacia se tiennent sur les fleurs des Joncs, et les Lixus grimpent le long des Ombellifères aquatiques. De nombreuses Libellules aux vives couleurs papillonnent autour des Roseaux. Dans l'eau même il règne une grande activité; nous voyons de nombreux Dytisques et Hydrophyles qui se font remarquer par leur grosseur. Nous en connaissons 30 espèces d'Oeningen attirés là sans doute en grandes troupes par le frai de Poisson. Les Dytisques sont des Insectes rapaces, très-voraces, parmi lesquels on distingue deux espèces très-remarquables: le Dytiscus Lavateri et Cybister Agassizi Hr.; mentionnons encore les Gyrines qui sans doute comme leurs congénères actuels, réunis en troupes joyeuses, sillonnaient comme en dansant la surface de l'eau; le lac d'Oeningen donnait encore asile à de nombreuses larves de Libellules et de Diptères, à des Scorpions aquatiques et à d'énormes Punaises d'eau. La plupart des Insectes aquatiques étaient des rapaces qui se nourrissaient de jeunes Poissons, de Mollusques et d'Insectes. — La faune terrestre comptait aussi un certain nombre d'espèces faisant la chasse à d'autres Insectes. Cependant en général les espèces se nourrissant de chair (Créophages) étaient moins nombreuses que celles qui se nourrissent de plantes (Phytophages). Chez les Coléoptères actuels la proportion des Créophages avec ces derniers est comme 1 à 3,62; à Oeningen cette proportion est: 1: 4,62, tandis que dans la faune

suisse actuelle elle est : 1 : 3, en Europe 1 : 3,87 ; dans le nord de l'Amérique 1 : 4, et dans le sud de l'Amérique 1 : 9,59. Vers la zone torride les Phytophages se multiplient beaucoup plus rapidement que les Créophages et prédominent beaucoup plus encore que dans les pays tempérés. La faune des Coléoptères du pays tertiaire ne nous donne pas une prédominance aussi grande des Phytophages que les tropiques actuels. Mais ces animaux y sont cependant plus largement représentés que dans la faune actuelle de la Suisse et de l'Europe.

Parmi les Phytophages il en est beaucoup qui n'ont pas de nourriture spéciale, tandis que d'autres ne vivent que d'une certaine espèce ou d'un certain genre, et même ne tirent leur nourriture que d'un organe spécial de la plante. La comparaison entre la faune entomologique et la végétation actuelles nous permet de conclure par analogie que les mêmes rapports existaient entre elles pendant l'époque tertiaire. Nous avons vu plus haut que beaucoup d'Insectes appartenant à Oeningen nous ont révélé l'existence de plantes qui jusqu'ici n'ont pas été découvertes ; d'autre part, nous connaissons un nombre considérable de plantes qui servaient de nourriture à des Insectes dont la présence a été reconnue. Le Lina Populeti a fort probablement vécu sur les Peupliers et les Saules, les Lytta et les Cigales sur les Frênes, les Ancylochira tincta, Ampedus Seyfriedii, Hylecœtus cylindricus, Acanthoderus sepultus et lepidus, et le Syromastes affinis sur les Pins et les Sapins ; les beaux Chalcophora lævigata sur les Amandiers, le Rhychites silenus sur la Vigne, les Chrysomela Calami et Donacia Palæmonis sur les Roseaux et les Joncs, et le Lygæus tinctus sur l'Acerates veterana, toutes plantes que nous savons avoir appartenu à la flore œningienne.

Nous avons aussi quelques données sur les rapports des animaux entre eux pendant cette époque. — Les tout petits, mais nombreux Cypris vivaient sans doute de Conferves comme de nos jours, et servaient eux-mêmes de nourriture aux larves de Moucherons qui à leur tour étaient mangées par les Libellules, les Coléoptères carnassiers et les Poissons. Nous savons de plus que les larves de Coccinelles et

de Syrphus vivent parmi les Pucerons (Aphis) et s'en repaissent à leur aise.

Nous connaissons à Oeningen 19 espèces de Coccinelles et de Syrphus en même temps que deux espèces de Pucerons avec lesquels elles se rencontrent fréquemment. Ces Pucerons fournissent aux Fourmis une nourriture sucrée qu'elles leur enlevaient de la même manière sans doute que leurs congénères le font actuellement. Les grandes espèces de Cercopis que nous savons avoir habité Oeningen, livraient probablement aux Fourmis leur liquide sucré comme le font les animaux de ce genre qui vivent maintenant sous la zone torride.

Nous avons vu plus haut que les Coléoptères aquatiques vivaient en guerre avec les Poissons du lac d'Oeningen ; nous verrons de même que les animaux terrestres supérieurs avaient des ennemis parmi les Insectes. Nous ne connaissons pas, il est vrai, de parasites proprement dits de cette époque, mais nous avons cependant une Mouche du genre Tabanus. Plusieurs Insectes vivaient des excréments des Mammifères; nous avons reçu d'Oeningen 33 espèces de Coprophages (Bousier) dont 19 appartiennent aux Lamellicornes, qui habitent les excréments d'animaux et qui en vivent; 14 espèces font partie de la famille des Histerides, des Oxytelides et des Staphylinides; les espèces analogues se trouvent dans les excréments et dans les corps en putréfaction pour y chercher des larves et s'en repaître. Nous pouvons aller plus loin, et d'après l'analogie des mêmes espèces vivantes retrouver les Mammifères que révèlent ces Insectes. La plupart des espèces des genres Copris, Onthophagus et Gymnopleurus d'Oeningen, rappellent des espèces actuelles qui vivent exclusivement ou du moins principalement dans les excréments récents des bêtes à cornes; elles révèlent par conséquent l'existence à cette époque d'animaux analogues ou du moins de leurs proches parents. Toutefois on n'en a pas encore rencontré jusqu'ici. Les genres Oniticellus et Geotrupes permettent de penser que les espèces de race chevaline ont vécu dans les forêts d'Oeningen. On connaît en Suisse l'Hipparion gracile ; cependant il n'a pas encore été signalé à Oeningen, quoiqu'il y soit annoncé par des Oniticelles et par des Scarabées.

Si nous comparons les Insectes avec ceux de nos jours, nous trouverons de nombreux types spéciaux à l'époque tertiaire. Je connais jusqu'ici 44 genres spéciaux dont 21 dans les Coléoptères, 6 dans les Névroptères, 6 dans les Diptères, 11 dans les Hémiptères et 1 dans les Orthoptères; en tout 140 espèces dont plusieurs appartiennent à des Insectes communs et possédant une aire étendue. Le nombre des espèces se rattachant à des genres de la faune actuelle est de beaucoup le plus considérable, et plusieurs sont tellement semblables aux espèces vivantes, que les premières peuvent être considérées comme leurs ancêtres. Je les ai nommées *espèces homologues*. Ces dernières, comme en général toutes les espèces voisines des espèces actuelles, sont d'une grande importance pour la détermination du caractère de la faune entomologique. La plupart de ces espèces appartiennent à des genres répandus maintenant en Europe et en Amérique. La faune d'Oeningen possède 180 de ces genres, dont 114 de Coléoptères; deux seuls manquent à l'Europe (Dineutus et Caryoborus), tandis que tous les autres sont communs maintenant à l'Europe et à l'Amérique. Le nombre général des genres de Coléoptères d'Oeningen à moi connus étant de 156, ceux qui appartiennent en commun à l'Europe et à l'Amérique forment plus des deux tiers de cette faune, tandis que d'après Lacordaire la faune actuelle des Coléoptères d'Europe n'a qu'un tiers de ses genres en commun avec l'Amérique. Les genres répandus sur les deux continents jouaient donc un rôle relativement plus important pendant l'époque tertiaire que de nos jours; c'est ce qui rend très-difficile la détermination du caractère de cette faune.

Nous ne rencontrons que 5 genres exclusivement européens; 18 au contraire se trouvent en Europe, en Asie et en Afrique, mais sont étrangers à l'Amérique. La plupart sont des genres appartenant au territoire méditerranéen (Pentodon, Glaphyrus, Capnodis, Brachycerus, Zonitis, Aelia); la faune d'Oeningen reçut par eux un grand renfort de la faune méditerranéenne, d'autant plus que les genres communs aux deux continents fournissent aussi des espèces parentes de celles des pays médi-

terranéens. Je ne connais pas de genres exclusivement asiatiques, mais j'en signalerai deux exclusivement africains : Lepitrix et Gymnochila, et deux qui n'appartiennent qu'à l'Amérique : Anoplites et Naupactus. Plusieurs genres manquent actuellement à l'Europe et sont sinon exclusivement, du moins particulièrement américains (car ils se trouvent aussi en Asie ou en Afrique), savoir : Belostoma, Hypselonotus, Diplonychus, Evagoras, Stenopoda, Plecia, Caryoborus et Dineutus. Oeningen nous fournit 29 espèces très-voisines d'espèces américaines et 102 voisines d'espèces européennes. Les formes du sud de l'Europe dominent parmi ces dernières. En somme, la faune entomologique d'Oeningen a une apparence plus méditerranéenne en même temps que moins méridionale et américaine que la flore. Ceci est plus particulièrement vrai des Insectes à métamorphoses complètes, mais moins de ceux chez lesquels les métamorphoses sont incomplètes, c'est le cas surtout des Hémiptères.

La grande quantité de Reduvii, de Scutati, de Coreodes, les grandes Cigales, les beaux Cercopsis ainsi que les énormes Hydrocores indiquent un climat plus chaud et surtout des hivers moins froids que ceux de l'Europe centrale. En voici la raison, suivant nous. Les Insectes à métamorphoses incomplètes ou à transformation ébauchée (Hémiptères, Orthoptères et en partie les Névroptères) ne passent pas par la phase de la chrysalide immobile; comme larves ils ne vivent pas pour la plupart dans la terre mais sur les plantes, et sont par conséquent exposés pendant leurs transformations aux intempéries du climat. Ces Insectes vivront donc de préférence sous les tropiques, dans ces pays où il n'y a pas d'hiver et où leur développement puisse se faire sans interruption. C'est principalement le cas pour les Ruduvii, les Scutati et les Coreodes, qui sont d'une abondance et d'une variété étonnantes dans ces climats. — Il n'y en a qu'un nombre proportionnellement fort petit qui puisse vivre dans les pays où l'hiver froid et long contrarie leur développement.

Les Insectes à métamorphoses complètes sont dans d'autres conditions : ils traversent l'hiver sous la forme d'œufs, de larves ou de

nymphes soit dans l'intérieur des végétaux soit à une certaine profondeur sous terre; ils sont par conséquent à l'abri du froid. — L'influence de l'hiver a donc peu de prise sur eux, et d'autant plus la température de l'été. Un pays avec des hivers froids mais des étés chauds possède par conséquent plus de formes d'Insectes à métamorphoses complètes et méridionales qu'un pays possédant une température moyenne égale, mais plus uniforme. Pour les Insectes à métamorphoses complètes comme pour les plantes annuelles, la température de l'été a seule de l'importance, tandis que pour les plantes pérennales, et surtout pour les végétaux ligneux de même que pour beaucoup d'Insectes à transformation incomplète, c'est la température de l'hiver qui a une grande influence. Ceci explique pourquoi les formes tropicales d'Insectes et les plantes annuelles (le Maïs), à l'exclusion des arbres, s'avancent en Amérique plus au nord qu'en Europe, car sous les mêmes latitudes (du moins à l'est du continent) l'été est plus chaud qu'en Europe, mais en revanche les hivers sont beaucoup plus froids. Les Insectes à métamorphoses incomplètes ayant à Oeningen plus de formes tropicales que ceux à métamorphoses complètes, nous en concluons dans un sens inverse qu'à cette époque les hivers étaient en Suisse très-doux et que la température hivernale plus encore que celle de l'été était plus élevée qu'elle ne l'est actuellement dans l'Europe centrale.

La majeure partie des nombreux petits Insectes n'attirant pas en général l'attention, je craindrais de fatiguer le lecteur si je présentais un tableau complet de la faune de notre pays miocène dans sa riche diversité; mais on me permettra de présenter un rapide aperçu des formes principales *.

* Les Insectes d'Oeningen sont décrits et figurés dans mes ouvrages sur la faune tertiaire d'Oeningen et de Radoboj, en Croatie: Mémoires de la Société helvétique des Sciences naturelles, 1847, 1850 et 1853, Supplément à la faune entomologique d'Oeningen, Harlem, 1862, et Hyménoptères fossiles, Mémoires cités, 1867. Les figures qui accompagnent le présent ouvrage représentent pour la plupart de nouvelles espèces qui n'ont pas été décrites dans mes précédents travaux. Toutes celles dont la provenance n'est pas indiquée sont d'Oeningen.

1. Orthoptères.

Les Blattes dont nous avons déjà fait mention (p. 101) apparaissent aussi à Oeningen (fig. 229) avec deux espèces (Blatta) et nous montrent que ce type d'Insectes ne manquait pas non plus à l'époque tertiaire. — Les Orthoptères les plus abondants à Oeningen sont les Sauterelles, qui fournissent 13 espèces de 4 familles : Mantides, Acridiens, Locustides et Gryllides. Le Decticus speciosus Hr. (fig. 222) de la famille des Locustides se reconnaît à ses ailes supérieures tachetées de blanc; il est voisin d'une espèce de l'Europe méridionale, D. albifrons F.; c'était la Sauterelle la plus commune d'Oeningen. Jusqu'ici on n'en a pas trouvé d'exemplaire complet, mais seulement de nombreuses ailes et des pattes postérieures.

Les Acridiens sont représentés, comme dans notre faune actuelle, par

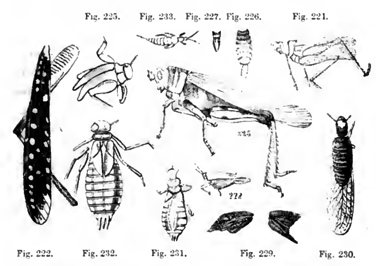


Fig. 222. **Decticus speciosus** Hr. — Fig. 223. **Oedipoda Haidingeri** Hr. de Radoboj. — Fig. 224. **Oedipoda Fischeri** Hr. — Fig. 225. **Gryllus troglodytes** Hr. gross. 2 fois. — Fig. 226. **Forficula recta** Hr. — Fig. 227. **Forficula primigenia** Hr. — Fig. 228. **Tetrix gracilis** Hr. — Fig. 229. **Blatta colorata** Hr. — Fig. 230. **Termes Hartungi** Hr. — Fig. 231. **Libellula Doris** Hr. — Fig. 232. **Libellula Calypso** Hr. — Fig. 234. **Thrips annosa** Hr. gross. 3 fois.

les trois genres: Oedipoda, Gomphocerus et Tetrix, qui nous sont parvenus aussi bien à l'état parfait par des exemplaires bien conservés, que sous forme de larves sans ailes. L'Oedipoda Germari Hr. a la grosseur et la forme de l'Oedipoda migratoria (Acridium migratorium); ses ailes antérieures sont tachetées, mais elle est fortement comprimée, c'est pourquoi j'ai préféré figurer (fig. 223) une autre espèce de Radoboj qui en est voisine, l'Oedipoda Haidingeri Hr.; c'est la Sauterelle du monde primitif la mieux conservée. L'Oedipoda Fischeri Hr. (fig. 224) d'Oeningen est beaucoup plus petite.

Parmi les Gryllides nous trouvons une Courtillière longue et étroite: Gryllotalpa stricta Hr. et le Gryllus troglodytes Hr. (fig. 225), remarquablement plus petit et tel qu'on n'en rencontre plus maintenant en Europe; mais les Forficules ressemblent à nos espèces vivantes qui ont une aire très-étendue. Le Forficula recta Hr. (fig. 226) peut être comparé au F. annulipes Luc. et un autre, le F. primigenia Hr. (fig. 227), dont on n'a retrouvé que les pinces, ressemble à notre Perce-oreille commun qui est aussi fréquent à Madère que chez nous. Un troisième, F. minuta Hr. est l'analogue du F. minor L. qu'on voit souvent voltiger le soir en été.

Les Physopodes jouent un rôle important dans l'économie de la nature, car les uns vivent par légions sur les fleurs et aident à la fructification par le transport du pollen, tandis que d'autres, par millions, attaquent les feuilles et les dévorent. Ces derniers, connus sous le nom d'Araignées rouges, sont très-redoutés quoiqu'ils soient fort petits. Malgré leur extrême délicatesse, Oeningen nous en a transmis deux espèces fort bien conservées: Thrips œningensis et Th. annosa Hr. (fig. 233). Nous voyons ainsi qu'à cette époque déjà les plantes étaient attaquées par ces petits Physopodes.

2. Névroptères.

Ils se partagent en deux classes: ceux qui ont une transformation complète, et ceux chez lesquels elle est incomplète. Les premiers, dont la nymphe n'est pas douée de mouvement, forment les Névroptères dans le

sens restreint du mot; les derniers, dont les nymphes se meuvent et cherchent leur nourriture, se rapprochent davantage des Orthoptères et forment la transition entre cet ordre et celui dont nous nous occupons; ils représentent la grande majorité des Névroptères fossiles.

Les 25 espèces que notre faune possède se partagent entre les familles des Termites, des Libellules et des Éphémères.

Parmi les 4 Termites retrouvés, les Termes spectabilis et insignis Hr. représentent deux formes éteintes qui surpassent en grosseur les redoutables Fourmis blanches des zones torrides (Termes fatalis L.); les Termes Hartungi Hr. (fig. 230) et le T. Büchii Hr. rappellent le T. lucifugus Latr. qui habite les zones subtropicales (à Madère) ainsi que les ports du sud de l'Europe. A Madère j'en ai trouvé de grandes colonies dans de vieux troncs de Sapin qu'ils avaient percés dans toutes les directions de passages aboutissant à des chambres; de ces chambres partent des galeries couvertes d'où les larves sortent pour se nourrir; leur corps délicat est si mal défendu qu'elles deviennent la proie de beaucoup d'Insectes carnassiers lorsque ceux-ci les rencontrent en dehors de leurs galeries*. Les femelles et les mâles seuls sont ailés; à une époque déterminée de l'année ils s'élèvent dans les airs en nuées prodigieuses et sont pour la plupart la proie de leurs nombreux ennemis. Lorsqu'ils habitent les environs des cours d'eau et des lacs, ils se noient souvent. C'est ce qui leur est arrivé pendant l'époque œningienne, ainsi que le prouvent les Termites ailés que renferment les roches. Ils avaient sans doute le même genre de vie que nos Termites. Les deux petites espèces dont nous avons parlé ci-dessus habitaient probablement les Conifères qui étaient très-abondants dans les forêts d'Oeningen; les grandes espèces au contraire

* A Madère, j'avais renfermé un grand nombre de larves et de soldats dans une boite de fer-blanc, dans le but d'observer leur développement et leur manière de vivre; mais, peu de temps après, de tout petites fourmis de maison les découvrirent, pénétrèrent dans la boite à travers l'étroite fente du couvercle et tuèrent les Termites, quoique ces derniers fussent beaucoup plus gros que les fourmis, celles-ci les tuèrent facilement et les mangèrent.

se construisaient des demeures en forme de dôme comme les Termites des zones torrides bien connus pour leurs remarquables habitations et les dévastations auxquelles ils se livrent.

Les Libellules d'Oeningen nous donnent 3 genres et 20 espèces. Leurs larves vivaient sans doute dans l'eau, et les animaux parfaits dans l'air. Nous avons des larves et des animaux ailés des 3 genres. Il est curieux que le genre Agrion ne nous ait laissé qu'une espèce à l'état de larve (et seulement un fragment), tandis que 6 espèces sont à l'état parfait ; en revanche, 3 espèces seulement du genre Libellule nous sont parvenues ailées, tandis que nous en avons 8 à l'état de larve. La plus grosse espèce, Libellula Calypso Hr. est représentée par la fig. 232. Les deux espèces : L. Doris (fig. 231) et Eurynome Hr. sont beaucoup plus abondantes et peuvent être comptées parmi les Insectes les plus communs d'Oeningen. Elles ressemblent si bien à une espèce vivante, L. depressa, que l'Insecte parfait devait aussi lui ressembler ; c'est pourquoi, si on le trouvait à Oeningen, il ne serait pas difficile de le rapporter ensuite à sa larve. L'absence de l'animal ailé est d'autant plus étonnante que la femelle devait aller vers l'eau pour y déposer ses œufs, et courait ainsi le risque d'y rester. Cela nous montre qu'il y a encore beaucoup d'Insectes d'Oeningen que nous ne connaissons pas. Observons de plus que les larves d'Agrion vivaient dans les eaux courantes, dans les petits ruisseaux et dans les sources ; les animaux parfaits voltigaient paresseusement au bord des lacs et des cours d'eau et pouvaient facilement s'y noyer. Les Libellules ont un vol beaucoup plus rapide et parcourent volontiers les forêts et les buissons ; leurs larves habitent les eaux stagnantes et bourbeuses. — Les deux Libellules qu'on rencontre communément à Oeningen sont réunies en familles entières dans une couche spéciale de la partie supérieure de la carrière ; on en voit là de fort petites, à moitié ou complétement transformées, puis des nymphes avec leurs gaînes alaires. Les unes ont la lèvre inférieure serrée contre la base de la tête, chez les autres elle s'avance comme pour saisir une proie (fig. 231). La partie inférieure du labre chez les larves de Libellules est construite d'une ma-

nière spéciale, et peut comme une main s'avancer et se retirer. Ces carnassiers s'approchent doucement de leur victime, et la saisissent en poussant rapidement le labre inférieur au bord antérieur duquel sont fixées de fortes mandibules. D'après l'état de conservation dans lequel ces larves nous sont parvenues, il est très-probable qu'elles ont été tuées rapidement. — Peut-être l'eau fut-elle mise subitement en ébullition par une action volcanique, ou peut-être furent-elles tuées par des gaz; on ne s'explique pas autrement la grande quantité de larves de tout âge gisant les unes à côté des autres. Ajoutons que la roche qui les entoure est particulièrement dure et cassante.

La Libellula depressa L. qui est proche parente des deux Libellules les plus communes d'Oeningen, est répandue dans toute l'Europe; on peut aussi comparer deux espèces du genre Aeschna avec des formes européennes: A. mixta Latr.; une espèce d'Agrion, A. Aglaope, avec l'A. elegans Lind., tandis que deux autres, A. Parthenope et Leucosia, rappellent deux types du sud de l'Afrique: A. fasciatum et longicaudum. Ce sont de grandes espèces; la Parthenope a les ailes rayées d'une bande transversale foncée qui devait avoir pendant la vie un reflet noir ou métallique.

Les Éphémères, faciles à reconnaître à leurs longues soies caudales, se voient au printemps et au commencement de l'été en légions innombrables au-dessus de nos lacs, et pénètrent même fréquemment dans nos demeures. Ils semblent avoir été peu communs pendant l'époque tertiaire; je n'en connais qu'une petite espèce trouvée à Oeningen, Ephemera œningensis Hr. Les Phryganides se trouvent aussi en quantité considérable sur les bords de nos fleuves et de nos lacs; elles ont été désignées par M. C. Gessner sous le nom de Mouches badoises. J'en connais deux espèces d'Oeningen et une du Locle. Leurs larves construisaient leurs demeures avec de petites pierres et des débris de végétaux; un de ces fourreaux a été trouvé à Oeningen.

3. Coléoptères.

Tous les groupes supérieurs des Coléoptères, ainsi que leurs principales familles, sont représentés à Oeningen. J'ai reçu de cette localité 518 espèces et 26 du reste de la mollasse suisse. Les familles ont en moyenne 10 espèces, et les genres 3, tandis que dans la faune suisse actuelle, la famille compte 45 espèces et le genre 5. En Europe, le genre possède en moyenne 7,9 espèces; dans l'Amérique du Nord, 4,4; dans l'Amérique du Sud, 6,7.

A Oeningen, la tribu la plus riche est celle des Rhynchophores avec 107 espèces, viennent ensuite les Sternoxes avec 66, les Clavicornes avec 55, les Carabides avec 52, les Chrysomélines avec 50, les Lamellicornes avec 40, les Longicornes avec 28 et les Palpicornes avec 21. En Suisse et dans la faune actuelle, voici l'ordre dans lequel ces tribus se rangent d'après le nombre: les Rhynchophores, Brachélytres, Carabides, Clavicornes, Chrysomélines, Sternoxes, Lamellicornes et Longicornes; elles conservent ce rang dans la faune du reste de l'Europe.

Comme on le voit, ce n'est pas seulement dans la faune tertiaire, mais aussi dans la faune européenne actuelle, que les Rhynchophores occupent la première place; mais, tandis qu'ici les Brachélytres tiennent le second ou troisième rang, la faune miocène leur assigne la dernière place qu'ils occupent aussi dans l'Amérique du Sud et en Asie. Les Sternoxes (Serricornes, Buprestes) ont au contraire la seconde place; les Palpicornes viennent après ce groupe considérable et riche en espèces. L'étonnante prédominance des Sternoxes provient des Buprestides, famille qui atteint tout son développement dans la zone torride, et a fourni à l'époque tertiaire un contingent plus considérable que maintenant en aucune partie du globe. Le fait est d'autant plus remarquable que c'est aussi la famille la plus riche du lias et qu'elle formait à cette époque reculée l'appoint principal des Xylophages (p. 106).

Il en fut de même à l'époque mollassique. Cette prédominance des Buprestes, l'énorme développement qu'acquirent les Palpicornes, et d'au-

tre part la rareté des Brachélytres, est un des caractères de la faune des Coléoptères de l'époque tertiaire; nous en étudierons quelques formes principales.

Les Coccinelles sont des animaux bien connus qui sont caractérisés par leur corps bombé et leurs élytres élégamment colorés. — Oeningen en a fourni 19 espèces, chez la plupart desquelles on peut encore distinguer les couleurs primitives. Elles étaient aussi bigarrées et aussi variées que les espèces actuelles. Chez la Coccinella colorata (fig. 234) nous voyons sur le segment thoracique 4 points noirs et 10 sur chaque élytre. La Coccinella Andromeda Hr. rappelle notre « Bête de la Vierge » ou « Bête à bon Dieu; » une autre, la C. Hesione Hr. ressemble à la C. bipunctata, une troisième la C. amabilis Hr. à la C. ocellata L., tandis qu'une quatrième grosse espèce, la C. spectabilis Hr. (fig. 235) se rapproche pour la taille et la grandeur de la C. marginata du Brésil.

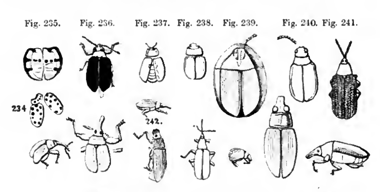


Fig. 234. **Coccinella colorata** Hr. — Fig. 235. **Coccinella spectabilis** Hr. — Fig. 236. **Galleruca Buchi** Hr. gross. 2 fois. — Fig. 237. **Lina Populeti** Hr. — Fig. 238. **Chrysomela Calami** Hr. — Fig. 239. **Cassida Blancheti** Hr. gross. 3 fois. — Fig. 240. **Lema vetusta** Hr. gross. 2 fois. — Fig. 241. **Anoplites Bremii** Hr. gross. 3 fois. — Fig. 242. **Apion antiquum** Hr. gross. 3 fois. — Fig. 243. **Rhynchites Dionysus** Hr. — Fig. 244. **Attelabus durus** Hr. — Fig. 245. **Naupactus crassirostris** Hr. — Fig. 246. **Antliarhinitee gracilis** Hr. gross. 3 fois. — Fig. 247. **Brachycerus nanus** Hr. — Fig. 248. **Sitona atavina** Hr. gross. 4 fois. — Fig. 249. **Cleonus speciosus** Hr.

Nous connaissons 50 espèces de Chrysomélines d'Oeningen, auxquelles il faut en ajouter 3 d'autres localités mollassiques. — Les familles les plus riches sont celles des Chrysomélides avec 15 espèces, des Gallérucides avec 9 et des Cassidides avec 8.

Parmi les Chrysomélides, le Lina Populeti Hr. (fig. 237) est très-voisin de notre Lina Populi et avait probablement aussi des élytres d'un rouge sang; la Gonioctena Clymene Hr. peut être comparée à la G. pallida F. qui se trouve sur la Bourdaine (Nerprun) et le Noisetier; une troisième, Chrysomela Calami Hr. (fig. 238) ressemble à la Chr. Graminis L. qui se rencontre sur les Roseaux.

Les Gallérucides fournissent trois espèces dont la tête et le thorax étaient de couleur claire (probablement rouge ou jaune pendant la vie), les élytres et les antennes noires (probablement à reflets métalliques). L'espèce la plus grande était la Galleruca Buchii Hr. (fig. 236); elle ressemble de fort près à la G. halensis L. qui vit dans l'Europe centrale sur le Gaillet ou Caille-lait (Galium); deux autres peuvent être comparées à des espèces brésiliennes dont les élytres sont ornées de grandes taches rondes.

Les Cassida à l'état fossile sont également faciles à reconnaître à leurs élytres larges et plats. Elles ne s'éloignent considérablement d'aucune forme actuelle; les deux espèces les plus communes sont la Cassida Hermione Hr. et C. Blancheti Hr. (fig. 239); elles rappellent les C. Murræa F. et C. thoracica Kug. vivant sur les Chardons, ce qui indiquerait la présence de cette plante à Oeningen.

Les Criocérides n'ont qu'une espèce, le Lema vetusta Hr. (fig. 240) qui est intéressante, car elle est proche parente du L. merdigera L. qui vit sur les Lis, et semblerait ainsi nous indiquer que les environs d'Oeningen étaient ornés de cette plante.

Les Hispides nous apparaissent à Oeningen avec 4 espèces, tandis qu'en Suisse actuellement il n'y en a qu'une; elles diffèrent complétement de celle-ci et appartiennent au genre américain Anoplites. Une de ces espèces était un des Coléoptères les plus communs d'Oeningen, A.

Bremii Hr. (fig. 241) dont j'ai reçu plus de cent échantillons. L'A. quadrata F., espèce américaine, lui ressemble beaucoup; elle apparaît en Mai et Juin et dépose ses œufs sur les feuilles de diverses Pomacées (Pommier, Pyrus arbutifolia et Amelanchier ovalis). Les larves attaquent les feuilles et se nourrissent du parenchyme. Une espèce voisine, A. suturalis F. vit sur l'Acacia américain (Robinia pseudacacia). Jusqu'ici on n'a pas trouvé à Oeningen les genres Pyrus et Amelanchier, mais bien le genre Robinia sur lequel vivait sans doute ce petit Coléoptère si commun.

Les Donacides sont beaucoup plus rares: on n'en a trouvé que deux espèces et très-peu d'exemplaires. Cette rareté est étonnante, car actuellement ces animaux vivent en grand nombre sur les plantes aquatiques et marécageuses; on les rencontre par centaines dans les houilles d'Utznach et de Dürnten. Là, où ils vivaient en nombreuses colonies, on en recueille beaucoup à l'état fossile; la pauvreté d'Oeningen en ce genre nous prouve qu'ils ne jouèrent pas autrefois le même rôle que de nos jours.

Nous avons déjà vu que les Rhynchophores, qui se distinguent par une tête allongée se terminant en trompe, formaient à Oeningen comme dans la faune européenne actuelle la plus riche tribu des Coléoptères. — Nous en connaissons déjà 108 espèces d'Oeningen, dont 24 Attelabodes à antennes droites, et 84 Curculionidées à antennes coudées. — Les premières forment donc le $^1/_4$ ou le $^1/_5$ du nombre total, tandis que dans la faune actuelle cette proportion est de $^1/_3$. — Les Attelabodes étant relativement moins nombreux dans les zones chaudes et torrides que dans les zones tempérées, la proportion à Oeningen se rapprochait de celle des zones chaudes. Les Rhynchophores vivent exclusivement de végétaux; beaucoup sont attachés à certaines espèces ou à certains genres de plantes, ou se nourrissent seulement de tels ou tels organes spéciaux; les uns des fleurs, d'autres des feuilles, des fruits ou des semences, d'autres encore de l'écorce ou du bois. L'étude de l'histoire naturelle de ces Insectes, et la comparaison des espèces fossiles homologues nous donne-

raient plusieurs notions intéressantes sur les rapports des animaux et des plantes à cette époque primitive, si cette étude pouvait être poussée plus loin qu'elle ne l'a été jusqu'ici.

Le groupe le plus riche en espèces dans la famille des Attelabodes est celui des Attelabinées avec les genres Attelabus, Rhynchites et Apion, présentant à Oeningen 13 espèces. Les fig. 242 à 244 représentent trois types de ces genres. Le petit Apion a tout à fait le port des espèces vivantes; ce sont de forts petits animaux qui se nourrissent en grande partie de graines de Trèfle, de Robinia et d'autres Papilionacées. Les Rhynchites, au contraire, vivent des bourgeons et des jeunes feuilles de la Vigne, ainsi que des jeunes fruits des Pomacées et des Drupacées; c'est une redoutable petite bête connue sous les noms de La bêche ou Lisette. L'espèce représentée par la fig. 243 ressemble à la Lisette commune et a probablement vécu sur les vignes d'Oeningen, ainsi qu'une seconde espèce parente Rh. silenus Hr. Ces formes sont européennes, tandis que l'Attelabus durus Hr. (fig. 244) rappelle une forme américaine.

La seconde grande sous-famille est celle des Anthribides dont les six espèces ont probablement vécu dans le bois pourri et les Champignons. Les Bruchidées avec 3 espèces se nourrissent de graines. L'une d'elles, le Bruchus striolatus Hr., rappelle, pour la grandeur et le port, des espèces vivant actuellement dans les noix des Palmiers de l'Amérique tropicale. — Chez les Bruchidées, la trompe est large et très-courte, tandis que chez les Antliarhinides elle est d'une longueur et d'une ténuité peu communes. — J'attribue à cette sous-famille, qui de nos jours ne se rencontre que sur les Cycadées du Cap, un fort petit Insecte d'Oeningen, l'Antliarhinites gracilis Hr. (fig. 246); il se fait remarquer par sa trompe longue et effilée, à la base de laquelle sont fixées les antennes.

La famille des Curculionides se divise à Oeningen en 9 sous-familles parmi lesquelles les Cléonides, les Molytides, les Erirhinides et les Cryptorhynchides comprennent la presque totalité des espèces. — Le genre Cleonus, représenté par 14 espèces, était excessivement répandu. —

Nous trouvons les espèces analogues dans les endroits bas et marécageux, sous les pierres, où elles se nourrissent de plantes herbacées. — Sans doute, les Cléones fossiles vivaient de la même manière; pour le port, ils sont presque tous analogues à des formes européennes et asiatiques. Ainsi on peut comparer le Cl. speciosus Hr. (fig. 249) à une espèce sibérienne, le Cl. pruinosus Schh.; il faisait probablement sa demeure, ainsi que ses congénères actuels, dans les parties marécageuses et couvertes de Roseaux du lac d'Oeningen.

Les nombreuses espèces de Phytonomus d'Oeningen habitaient vraisemblablement sur les Renouées (Polygonum) et l'Oseille des marais, et attachaient sans doute leurs cocons au revers des feuilles, ainsi que le pratiquent leurs parents actuels.

Les Lixus font supposer l'existence d'Ombellifères de marais; le L. rugicollis Hr. est très-voisin du L. gemellatus Schh. qui se tient sur les Ciguës aquatiques et dont la larve ronge la tige; l'Insecte parfait se trouve sur les Ombelles ou dans l'eau, où il peut séjourner un temps assez long. Le L. œningensis Hr. préférait, au contraire les Chardons, si du moins il partageait les goûts de son proche parent actuel, le L. angustatus F.

Les Brachycères (fig. 247) vivaient probablement sur le rivage et nous indiquent aussi la présence de Lis.

Les 3 espèces de Cionus rappellent les Cionus actuels; ce sont de petits Insectes à forme globuleuse qui vivent sur la Molène (Verbascum, Bonhomme) et les Scrophulariées.

Les Larinus ressemblent aux Rhyncophores poudrés de jaune, vivant sur les Chardons et les Centaurées. Les genres Cryptorhynchus et Balaninus se trouvent au contraire sur les Aunes et les Noisetiers, et cinq Sitones sur les Conifères. Le Sitona atavina Hr. (fig. 248) est un des Insectes les plus communs d'Oeningen; il ressemble de fort près à une espèce dont les larves demeurent dans les cônes de Sapin.

Le genre Naupactus est complétement étranger à notre pays; mais il a des représentants nombreux et brillamment colorés dans l'Amérique

tropicale et dans un type remarquable, le N. crassirostris Hr. (fig. 245), trouvé à Oeningen.

Les Longicornes, reconnaissables à leurs longues cornes, tiennent avec 30 espèces le septième rang dans la faune miocène, et le huitième dans celle de la Suisse et de l'Europe actuelles, tandis qu'ils occupent le cinquième dans l'Amérique du Nord, le troisième dans l'Amérique tropicale et le quatrième dans l'Archipel indien. — Ils sont donc plus communs en Amérique qu'en Europe et plus largement représentés dans la zone torride que dans la zone tempérée et la froide. Dans notre pays tertiaire, ils sont en général rares, quoique relativement plus abondants que dans la faune actuelle. Il est intéressant de remarquer que les Lepturides, qui appartiennent à la zone tempérée, manquaient, et que toutes les espèces se partagent entre les genres des Cérambycidées, Lamiariées et Prionides, qui sans doute vivaient sans exception dans les forêts et à l'état de larve, se nourrissaient de bois. Le genre Prionus renferme de grands types. Toutes les espèces d'Oeningen se distinguent par les bords non dentés du thorax, constituant ainsi, à ce qu'il paraît, un groupe éteint. Pour la grandeur et le port, la plus grande espèce, le Pr. Polyphemus Hr. (fig. 250) ressemble au Pr. Faber L. dont les larves vivent dans les Pins, tandis qu'une seconde espèce, le Pr. spectabilis Hr. (fig. 251), atteint presque la grosseur du Pr. coriarius L.

Dans les Cérambycidées, nous trouvons les genres Clytus et Callidium avec 9 espèces. — On peut encore reconnaître sur quatre espèces d'Oeningen les couleurs bigarrées dont les premiers étaient ornés, et la fig. 252 nous révèle que leurs élytres étaient parcourus alternativement par 3 bandes claires qui étaient probablement d'un jaune soufre pendant la vie. Elles s'écartent beaucoup de toutes les espèces européennes, mais deux Callidies : C. Escheri Hr. (fig. 253) et C. procerum Hr. sont proches parentes du C. strepens répandu dans les pays méditerranéens, dans le nord de l'Afrique, à Madère et même dans la Nouvelle-Géorgie et le Brésil.

Parmi les Lamiariées, la Saperda Nephele Hr. a probablement vécu

sur les Peupliers d'Oeningen, l'Acanthoderus sepultus Hr. et la Mesosa Jasonis Hr. sur les Conifères. — Les élytres d'une petite Saperda ont aussi été découvertes dans la mollasse de Rovereaz (fig. 254).

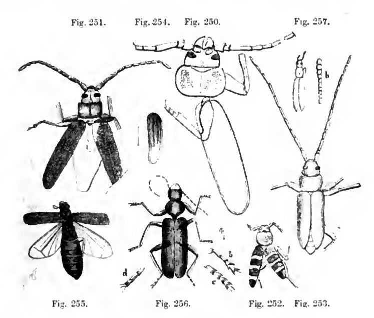


Fig. 250. **Prionus Polyphemus** Hr. — Fig. 251. **Prionus spectabilis** Hr. — Fig. 252. **Clytus pulcher** Hr. — Fig. 253. **Callidium Escheri** Hr. — Fig. 254. **Saperda valdensis** Hr. de Rovereaz, gross. — Fig. 255. **Lytta Aesculapi** Hr. — Fig. 256. **Telephorus macilentus** Hr. gross. 4 fois; b. pieds antérieurs; c. 2e paire; d. pieds postérieurs, fortement gross — Fig. 257. **Tagenopsis brevicornis** Hr.; b. Antennes, gross.

Le groupe des Sténélytres possède 5 familles à Oeningen, dont les Cistélides et les Hélopides sont les plus importantes (15 espèces). Les premières se tenaient probablement sur les fleurs, les secondes sur les arbres forestiers, mais leurs larves vivaient sans doute dans les vieilles souches des Chênes et des Sapins. La mollasse de Lausanne et de la Paudèze a donné aussi deux espèces d'Helops.

La famille des Cantharidées de l'ordre des Trachélydes a fourni quatre

espèces, parmi lesquelles la Lytta Aesculapi Hr. (fig. 255) était assez commune, et dont il nous est parvenu de beaux exemplaires; elle est très-voisine de la Lytta vesicatoria L. sp. et a dû vivre en grandes troupes sur les Frênes d'Oeningen. La Zonites vetusta Hr. a la grosseur et la couleur de la Zonites præusta du sud de l'Europe et vivait probablement aussi dans les nids d'Abeilles.

Les Mélanosomata sont très-rares, et ce fait distingue la faune miocène des Coléoptères de celle des pays méditerranéens actuels qui possèdent une grande quantité de ces animaux. On n'a trouvé encore aucune trace des Pimélies, des Erodius, des Scaurus et des Blaps qui sont si communs de nos jours; on rencontre quelques espèces d'Upis qui rappellent les formes de l'Amérique du Sud et le Tagenopsis brevicornis Hr. d'un genre éteint (fig. 257), et se rapportant pour le port aux Tagenia. Ceux-ci demeurent sous les écorces des arbres, mais se distinguent de ce dernier par les trois derniers articles de leurs antennes fortement renflées. Les Térédyles sont très-rares. Un Clerus, le Cl. Adonis Hr., tient le milieu entre le Cl. mutillarius et le Cl. formicarius L., carnassiers, ornés de belles couleurs qui font la chasse aux larves des Insectes et vont les chercher dans leurs cachettes.

L'Hylecœtus cylindricus Hr. ressemble à l'H. dermestoides L. sp. qui fait sa demeure dans le bois des Conifères et des arbres feuillus.

Les Malacodermes sont beaucoup plus communs que les précédents. — Le Lampyris orciluca Hr. ressemble tout à fait à notre Ver-luisant, et, comme lui, répandait sans doute sa douce clarté pendant les nuits de l'époque miocène.

Les Téléphores et les Malachius nous sont parvenus en grand nombre et sous de jolies formes; malgré leur fragilité, ils sont fort bien conservés et comme dessinés sur la pierre, ainsi que nous le montre la fig. 256. Les pattes, si délicates, ont encore leur couleur claire, et on peut fort bien reconnaître la forme et l'articulation des tarses (fig. 256, b, c, d). — Ils vivaient sans doute sur les fleurs, et, comme les espèces analogues vivantes, ils faisaient la chasse à de plus petits Insectes.

Nous avons déjà signalé le rôle important que jouèrent dans la faune entomologique miocène, les Sternoxes, et parmi eux, surtout les Buprestes. Sur 67 espèces de Sternoxes trouvées à Oeningen, 40 appartiennent aux Buprestes et 27 aux Élatérides ; il faut y ajouter 5 espèces provenant d'autres localités de notre mollasse (étrangères à Oeningen). Ces espèces forment 13 genres, dont 2, les Fusslinia et Protogenia, sont éteints. — Les plus communs sont les genres Capnodis, Chalcophora et Ancylochira. — Les Capnodis antiqua Hr. (fig. 260) et C. spectabilis Hr. (fig. 261) ressemblent au C. cariosa Pall. non-seulement pour la grosseur et la forme, mais aussi pour le modelage des élytres et leurs couleurs qui sont fort bien conservées. On voit très-distinctement les

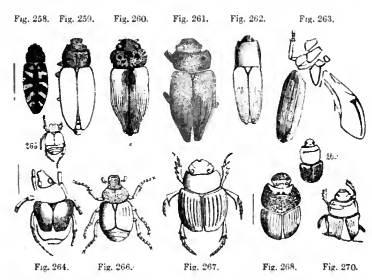


Fig. 258. **Ancylochira tincta** Hr. gross. 2 fois. — Fig. 259. **Chalcophora lævigata** Hr. — Fig. 260. **Capnodis antiqua** Hr. — Fig. 261. **Capnodis spectabilis** Hr. — Fig. 262. **Elater (Alaue) epectabilis** Hr. — Fig. 263. **Melolontha Greithiana** Hr., de Greith à Hohe-Rhonen. — Fig. 264. **Lepitrix germanica** Hr. gross — Fig. 265. **Valgus œningensis** Hr. — Fig. 266. **Trichius ædilie** Hr. (restauré). — Fig. 267. **Copris Druidum** Hr. (restauré). — Fig. 268. **Onthophagus prodromus** Hr.— gross. ; 2 fois. — Fig. 269. **Oniticellus amplicollis** Hr., gross. , 2 fois. — Fig. 270. **Gymnopleurus rotundatus** Hr.

deux taches rondes et noires du thorax et la couleur claire qui fait le fond des élytres. L'espèce actuelle vit dans le sud de l'Europe, en Égypte et en Orient, et se rencontre sur les fleurs du Vinaigrier, tandis que les larves vivent dans les troncs du Lentisque. — Un des Chalcophores les plus communs est le Chalcophora lævigata Hr. (fig. 259) qui a son analogue dans le C. Fabricii Rossi, espèce italienne qui vit sur le Pêcher et le Poirier.

Les Ancylochira d'Oeningen fournissent 7 espèces dont, par analogie. 3 seraient parentes des espèces vivant actuellement sur les Conifères; une de ces espèces, l'A. tincta Hr. (fig. 258), a encore de brillantes couleurs bien conservées, et se rapproche de l'A. octoguttata F. Les espèces appartenant aux genres Perotis, Eurythyrea, Dicerca, Agrilus, Anthaxia et Sphenoptera étaient probablement ornées de couleurs métalliques.

La grande famille des Élatérides comprend de petites espèces ; celles d'Oeningen n'ont rien de bien remarquable. Nous y voyons le genre Ampedus, dont les élytres pâles étaient probablement colorés d'un rouge vif pendant la vie, ainsi que chez nos espèces vivant dans le bois des Conifères et des arbres feuillus ; quelques espèces de Corymbites se rapprochant soit du C. æneus L. si commun, à élytres ornés de couleurs métalliques, soit de nombreux Elater, les uns de couleur sombre et uniforme, les autres tachetés et dont les élytres étaient vers le bord d'un blanc pâle ; j'ai représenté dans la fig. 262 l'espèce la plus grande et la plus curieuse ; c'est une forme spéciale se rapprochant des espèces des Indes occidentales.

Les Lamellicornes sont très-répandus sous les zones torrides; pour le nombre d'espèces, ils occupent le quatrième rang dans l'Amérique tropicale, le troisième dans l'Archipel indien, le second en Asie, mais le septième seulement en Suisse. De plus, sous les zones torrides, ces Coléoptères ont des formes beaucoup plus grandes, et sont une des merveilles du monde des Insectes. Dans notre pays tertiaire ils tiennent, avec 43 espèces, la sixième place. Les formes géantes manquent, et la plupart rappellent plutôt des espèces européennes ; on voit bien cependant çà et

là quelques formes exotiques. — Sur 8 familles d'Oeningen, trois : les Géotrupides, les Coprides et les Aphodiides sont coprophages ou mangeurs de fumier, tandis que deux, les Dynastides et les Mélittophilides, vivent à l'état de larve dans le bois pourri, et sur les fleurs à l'état parfait ; une dernière, celle des Mélolonthides, se nourrit, comme larve, de racines de plantes, et, à l'état parfait, du feuillage des arbres.

Parmi les Coprophages, les Géotrupides et les Aphodiides sont rares et ne donnent que quelques espèces ; les Coprides, au contraire, nous sont parvenus avec 13 espèces et 4 genres. — Le genre Onthophagus est appelé par le peuple : « *petit Taureau* » ou « *petit Bœuf*, » à cause de sa forme burlesque ; j'en ai reçu 7 espèces dont 5 rappellent tout à fait ceux qu'on trouve dans les bouses de Vache ; ainsi je rapproche l'Onthophagus Urus Hr. de l'O. nuchicornis L., l'O. prodomus Hr. (fig. 268) et l'O. crassus Hr. de l'O. vacca, l'O. bisontinus Hr. de l'O. affinis St. et l'O. ovatulus Hr. de l'O. ovatus L. — Le genre Copris renferme une espèce, le C. subterranea Hr., qui ressemble au C. lunaris vivant aussi dans les bouses, tandis qu'une seconde, le C. Druidum Hr. (fig. 267), se rapporte tout à fait à une espèce brésilienne, le C. ciliata.

Le genre Gymnopleurus, qui nous a fourni le G. rotundatus Hr. (fig. 270), espèce à type indien, possède en outre plusieurs formes spéciales, tandis que l'Oniticellus amplicollis (fig. 269) est proche parent de l'O. flavipes F. qui vit dans le crottin de Cheval.

Les Géotrupides nous donnent une espèce, le Geotrupes Germari Hr. qui jouait le rôle de notre Stercorarius (Scarabæus, Geotrupes) ; le Coprologus gracilis Hr. appartient à un genre spécial complétement éteint.

Les Dynastides sont représentées par le genre Pentodon (P. Proserpinæ Hr.) qui est restreint maintenant aux pays méditerranéens et dont la larve vit de bois pourri.

Les Mélittophilides sont bien connus par les Cétoines ou Insectes d'or qui sont si nombreux au printemps sur les fleurs de nos jardins. — Nous ignorons, il est vrai, si le genre Cetonia existait autrefois, mais nous retrouvons le genre Trichius qui en est très-voisin, et vit également sur les

fleurs, tandis que ses larves habitent les vieux troncs d'arbres. — Le Tr. ædilis Hr. (fig. 266) est bien l'aïeul du Tr. nobilis L. qui aime spécialement les fleurs du Sureau et dépose ses œufs dans les vieux Pruniers ; le Tr. lugubris Hr. est un ancêtre du Tr. variabilis L., Coléoptère noir tacheté de blanc qui, à l'état de larve, se trouve dans les arbres feuillus ; le Tr. fasciatus F. provient du Tr. amœnus Hr. ; il a comme lui des élytres rayés de bandes noires ; le Valgus œningensis Hr. (fig. 265) nous a légué le V. hemipterus L. sp. dont on rencontre les larves dans le bois des arbres feuillus.

Dans la famille des Glaphyrides nous rencontrons un type exotique, le Glaphyrus antiquus Hr., dont l'analogue vit en Orient sur les fleurs du Chardon.

Les Mélolonthides fournissent 10 espèces à Oeningen, mais elles ne paraissent pas avoir joué dans cette localité le même rôle que de nos jours. — Dans les mollasses anciennes, en revanche, une espèce semble avoir été assez commune. Parmi les cinq morceaux d'Insectes trouvés à Hohe-Rhonen, il y en a deux qui proviennent du Melolontha Greithiana Hr. (fig. 263) ; on l'a recueilli sur divers points dans les charbons de ces localités. Il avait la taille de notre Hanneton ordinaire, mais ses élytres étaient beaucoup plus étroits ; il appartient probablement au groupe du Hanneton du sud de la France, le Melolontha australis Schh. (Catalasis Dej). A Oeningen tous les Mélolonthides sont rares ; le Rhizotrogus longimanus Hr. a un proche parent dans le Rh. paganus Ol. du sud de l'Europe. L'Anomala fugax Hr. ressemble à l'A. Julii F. répandu dans toute l'Europe, et le Serica minutula Hr. au petit S. strigosa Dej.

Le membre le plus intéressant de cette famille est le Lepitrix germanica Hr. (fig. 264), car il appartient à un genre aujourd'hui restreint au Cap sous la forme du L. lineata F. qui lui est très-semblable.

Les Palpicornes (Lamellicornes aquatiques) et les Hydrophilides étaient représentés dans les eaux d'Oeningen par 22 espèces. A ce nombre s'ajoutent encore 4 espèces trouvées au Locle et à Monod dans le canton de Vaud.

Sur les 8 genres dans lesquels rentrent ces espèces, deux, l'Escheria et l'Hydrophilopsis Hr. sont éteints; mais cinq se retrouvent encore en Suisse. Tandis que les deux genres Hydrophilus et Hydrous offrent les plus grandes espèces et que trois seulement de ces espèces habitent notre pays, Oeningen en possédait dix, parmi lesquelles plusieurs étaient fort communes. L'Hydrophilus spectabilis Hr. est un cousin germain de l'H. piceus L. répandu sur toutes les eaux européennes; mais plusieurs autres à élytres allongés et étroits ressemblent à des formes américaines. Deux d'entre elles, l'H. giganteus Hr. (fig. 271) par exemple, sont de vraies merveilles et les tropiques eux-mêmes n'ont pas une seule espèce atteignant cette taille.

On a découvert aussi à Monod deux grands Hydrophiles: l'H. Gaudini

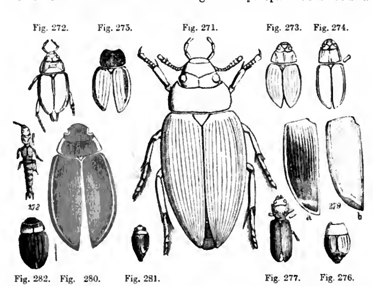


Fig. 271. **Hydrophilus giganteus** Hr. (restauré). — Fig. 272. **Hydrous Escheri** Hr. — Fig. 273. **Escheria bella** Hr. — Fig. 274. **Hydrophilopsis elongata** Hr. — Fig. 275. **Silpha tricostata** Hr. — Fig. 276. **Hister Mastodontis** Hr. — Fig. 277. **Trogosita sculpturata** Hr. — Fig. 278. **Bledius speciosus** Hr. — Fig. 279. **Dytiscus Lavateri** Hr.; a. élytres de la femelle; b. du mâle. — Fig. 280. **Cybister Agassizi** Hr. — Fig. 281. **Dineutus longiventris** Hr. — Fig. 282. **Hydroporus antiquus** Hr. gross. 3 fois.

et l'H. Ruminianus Hr.; ces animaux ont dû jouer dans les eaux de notre pays miocène un rôle important. Les espèces vivantes secrètent une matière glutineuse qu'elles façonnent et dont elles forment un nid mou où elles déposent leurs œufs; il est bien probable que les espèces miocènes procédaient de la même manière pour la ponte. — Les jeunes vivent de petits Mollusques, mais les adultes se contentent d'une nourriture végétale.

Les Clavicornes forment un groupe très-riche. Ils occupent à Oeningen le troisième rang avec 55 espèces et le quatrième dans la faune suisse actuelle, le sixième en Europe et le huitième sous les tropiques d'Amérique. Ils se divisent en 8 familles; les Nitidulides, les Peltides et les Histérides renferment la plupart des espèces. — Ces dernières avec 12 espèces vivent en partie dans le fumier, en partie aussi dans la chair putréfiée, y cherchant les larves d'autres Insectes.

L'Hister mastodontis Hr. (fig. 276) est très-semblable à l'H. major L. du sud de l'Europe, tandis que beaucoup d'autres, H. antiquus Hr., H. æmulus Hr. et H. maculigerus Hr., se rapportent à des formes distribuées maintenant dans toute l'Europe. Ils avaient des élytres d'un noir uniforme ou tachetés de couleur claire ou rouge.

Les Nitidulides, représentées par 19 espèces, ont de proches parentes en Amérique et en Europe. Ces dernières vivent soit de la sève découlant des arbres, soit des fleurs, soit aussi de chair putrifiée.

Les Silphides sont rares; on n'en connaît qu'une espèce miocène, le Silpha tricostata Hr. (fig. 275). — Elle ressemble beaucoup au S. carinata Hr. et a très-certainement fait sa pâture de la chair des animaux morts dans les forêts d'Oeningen.

Les 10 espèces sous lesquelles nous connaissons les Peltides d'Oeningen nous prouvent la richesse forestière de cette époque. — Tandis que le genre Trogosite ne possède chez nous que 2 espèces fort rares, nous en retrouvons 8 à Oeningen qui vécurent sans doute sous l'écorce des arbres. — Ce sont en grande partie des formes spéciales, ainsi la Trogosita sculpturata Hr. (fig. 277), qui ne peut être assimilée qu'à des

espèces méridionales ; la Tr. assimilis Hr. est cependant proche parente de la Tr. mauritanica L. répandue sur presque tout le globe. Le Gymnochila obesa Hr., revêtu d'écailles arrondies, était une espèce très-remarquable appartenant à un genre du sud de l'Afrique.

Les Cryptophagides sont de tout petits Coléoptères dont nous connaissons 5 espèces demeurant dans les Champignons et sous l'écorce des arbres.

Les Scaphidides, dont 2 espèces ont été retrouvées à Oeningen, sont de petits Coléoptères bolithophages. — Mais les Byrrhides, dont 5 espèces nous sont parvenues, ont sans aucun doute brouté, comme leurs congénères actuels, les tapis de Mousse des forêts.

Nous avons signalé plus haut comme une des particularités de la faune miocène sa pauvreté en Brachélytres. — Il est étonnant en effet qu'à Oeningen on ne trouve que 10 espèces de ce groupe, qui en compte en grand nombre et dont les individus sont faciles à reconnaître à leur abdomen allongé et relevé dans la marche, ainsi qu'à leur attitude toujours prête au combat, et même ces 10 espèces sont-elles fort rares. Comme ces animaux sont tous ailés et volent souvent, ils seraient tombés en plus grand nombre dans la vase d'Oeningen s'ils avaient été abondants.

Les espèces de cette localité appartiennent à quatre familles. Celle des Aléocharidées, riche en espèces et difficile à étudier, ne nous fournit que deux petites Homalotes; celle des Oxytélides nous offre l'Oxytelus proævus Hr., qui vivait sans doute dans le fumier et le Bledius speciosus Hr. (fig. 278); beaucoup plus gros que les espèces vivantes, il s'en écarte considérablement par sa forme. La famille des Staphilinides nous fournit un vrai Staphilinus, un Lathrobium et deux Oxypores.

Avec les Gyrinides nous revenons aux Insectes aquatiques; cette famille habitait déjà notre pays à l'époque liasique (p. 105). Les deux espèces d'Oeningen sont cependant très-différentes de celles de Schambelen. Elles appartiennent au genre Dineutus qui, disparu d'Europe, se retrouve en Amérique avec des formes semblables.

Les Dytiscidées, ainsi que nous l'avons vu plus haut, sont parmi

les Insectes les plus carnassiers de la faune miocène aquatique. — Oeningen en a conservé 12 espèces qui diffèrent peu des espèces actuelles. Le Dytiscus Lavateri Hr. (fig. 279) ressemble beaucoup au D. marginalis L. si commun dans nos bassins. — Les mâles ont des élytres lisses; chez les femelles ils sont fortement striés; il en était de même à l'époque tertiaire (fig. 279 a, b). On peut reconnaître encore la marge jaune qui bordait cet organe. — Les Cybister, au contraire, s'écartent des espèces européennes. Le C. Agassizi Hr. (fig. 280), dont on a dernièrement trouvé un bel échantillon, avait des proches parents dans les C. limbatus F. et C. foveatus, espèces indiennes et mexicaines. Le C. Nicoleti Hr., trouvé au Locle et à Oeningen, a comme analogue le C. costalis Ol.; le C. atavus Hr. ressemble au C. africanus Lap., espèce répandue depuis la Sicile jusqu'au Cap. — Les genres Hydaticus, Acilius, Colymbetes et Hydroporus (fig. 282) renferment des Insectes plus petits qui rappellent en grande partie des formes européennes.

Les Carabides jouent sur la terre le même rôle que les Dytiscides dans les eaux. Ce sont aussi des carnassiers de premier ordre qui sont en guerre ouverte avec les autres Insectes, les Mollusques et les Vers. — Ils occupent à Oeningen la quatrième place avec 54 espèces; dans la faune suisse actuelle la troisième, en Europe la seconde, et la première dans l'Amérique du Nord; dans l'Amérique du Sud au contraire et dans les Indes, la cinquième.

Les Cicindélides manquent, peut-être parce qu'elles ne trouvaient pas de localités sablonneuses et assez sèches; on n'a pas encore trouvé à l'état fossile de Carabes proprement dits, cependant ils sont aujourd'hui très-abondants dans les zones froides et tempérées, et appartiennent aux Rapaces les plus communs de notre pays. Leurs représentants dans la zone torride sont les Calosomes. — Il est donc très-intéressant de rencontrer 7 espèces de ces derniers en Suisse, 5 à Oeningen et 2 au Locle. On ne peut expliquer le fait par la raison que les Calosomes sont ailés et que les Carabes ne le sont pas, car il n'y a maintenant que deux espèces de Calosomes dans le nord de la Suisse. Il est donc hors de doute

que pendant l'époque miocène ils ont été beaucoup plus abondants dans notre pays que maintenant, et qu'alors ils ont remplacé les Carabes comme le font leurs congénères actuels dans les pays méridionaux. — Ils vivent souvent en troupes et cherchent les chenilles sur les arbres, pour les dévorer ; de là leur est venu le nom de *Chasseurs de chenilles* ou Sycophantes.

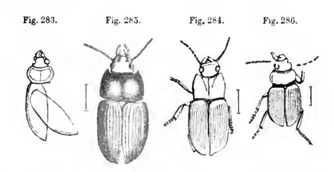


Fig. 283. **Calosoma Nauckianum** Hr. — Fig. 284. **Harpalus tardigradus** Hr. gross. 4 fois — Fig. 285. **Amara princeps** Hr. gross. 4 fois. — Fig. 286. **Sinis brevicollis** Hr. gross. 4 fois.

Le Calosoma Naukianum Hr. (fig. 283) est l'espèce la plus commune ; on le rencontre aussi dans les houilles de Bonn. Cet Insecte ressemble beaucoup à un Sycophante qui est répandu dans le sud de l'Europe et dans les îles de l'océan Atlantique méridional (C. Maderæ F.). — Les C. catenulatum Hr. et C. caraboides Hr. ont leurs analogues dans des espèces du nord de l'Amérique, le C. Sayi Dej. et C. longipenne Dej. ; deux autres dans les espèces de l'Amérique du Sud. Un seul, le C. Jaccardi Hr. du Locle, peut être comparé au C. inquisitor F. de notre faune actuelle. — Pendant l'époque miocène, notre pays donnait donc asile à un certain nombre de Calosomes dont l'ancien et le nouveau monde se partagent les descendants. — Les formes extrêmes de ce genre étaient déjà développées, car le C. Jaccardi avec ses élytres larges et courts forme la transition avec le Callisthenes asiatique ; le C. caraboides, chez

lequel les élytres sont longs et étroits, rappelle le C. longipenne Dej. américain, qui établit le passage aux Carabus.

Les Calosomes habitaient sans aucun doute les forêts, tandis que deux espèces de Nebria, un petit Brachinus, une gracieuse Cymindis, plusieurs délicats Badister et Stenolophus et de toutes petites Bembidies préféraient le bord du lac d'Oeningen et se cachaient sous les pierres et les débris de végétaux. Là se trouvaient aussi la plupart des Amara et des Harpalus qui appartiennent maintenant aux genres les plus riches en espèces et les plus communs.

Oeningen possède 7 Amara et 14 espèces d'Harpalus dont la plupart rappellent des espèces européennes, ainsi que l'indiquent les figures 284 et 285. Cependant une espèce spéciale de ce groupe appartient à un genre éteint, c'est le Sinis brevicollis Hr. (fig. 286) ; une autre, le Dichirotrichus, ne se rencontre que sur un sol salin.

3. Hyménoptères.

Les Guêpes, les Abeilles, les Fourmis, classées sous le nom général d'Hyménoptères, sont sans contredit les Insectes les plus connus, et ont souvent attiré l'attention par les soins dont ils entourent les jeunes, par leurs constructions merveilleuses et par les nombreuses manières dont ils se procurent leur nourriture. — Beaucoup d'espèces vivent sur les plantes ; les unes pratiquent des trous dans les feuilles et y déposent leurs œufs ; il en sort des larves semblables à des chenilles qui se nourrissent de feuilles et sont appelées Phyllophages ou Tenthredonidæ ; d'autres, les Xylophages (Siricidæ), trouent les arbres et soignent, dans l'intérieur des troncs, les jeunes, qui sont délicats ; d'autres encore vivent en communauté et recueillent avec une ardeur admirable le suc et le pollen des fleurs ; elles nourrissent les jeunes dans leurs grands phalanstères, construits avec un art infini.

Tous les Hyménoptères cependant ne cherchent pas leur nourriture d'une manière aussi paisible. Plusieurs vivent de rapine et de meurtre ; il en est qui se construisent des retraites dans la terre, et y amènent

leurs victimes pour fournir au repas des jeunes; telles sont les Sphégidées; ou bien encore, trop paresseux pour avoir recours à de semblables procédés pour l'éducation de leur progéniture, ils surprennent les Insectes, surtout les chenilles et les larves, leur font une piqûre et y déposent leurs œufs; ces œufs se développent, l'Insecte, une fois éclos, se nourrit du corps vivant qui l'a protégé; ce sont les Entomospheces. Tous ces types différents existaient déjà à l'époque miocène, car nous avons à Oeningen 80 espèces d'Hyménoptères renfermant des Phyllophages, des Entomospheces et des Sphégidées, des Fourmis et des Abeilles qui sans aucun doute avaient le même mode de vivre que les genres actuels.

Les Abeilles nous fournissent 14 espèces. Nous avons un Xylophage, le Xylocopa senilis (fig. 295), qui était probablement coloré en bleu et construisait des canaux perpendiculaires dans le tronc des arbres pour y déposer ses œufs. — Trois Osmia, trois Bourdons et cinq Anthophorites bâtissaient certainement leurs nids au soleil et y apportaient à leurs petits le miel et le pollen. Nous avons représenté le grand Bombus Jurinei Hr. dans la fig. 296. Une Abeille à miel, l'Apis adamitica Hr. (fig. 287), qui voltigeait autour des fleurs en bourdonnant, vivait probablement en société et construisait des rayons en recueillant du miel comme nos Abeilles actuelles; elle était tellement voisine de l'Apis mellifica L. qu'on peut la considérer comme son ancêtre.

La famille des Guêpes (Vesparia) nous est parvenue avec une espèce, le Polistes primitiva Hr., appartenant à un genre dont les espèces ne construisent que de petits nids qu'elles fixent aux plantes, aux rochers et aux pierres; ces nids n'ont pas d'enveloppe extérieure entourant les cellules. J'ai reçu de la mollasse de Moudon les ailes d'une Guêpe proprement dite; on voit à leur extrémité une teinte foncée noire; c'est la Vespa atavina Hr. (fig. 289); ainsi, ce type d'Hyménoptères existait déjà à l'époque tertiaire.

Les Sphégides, si industrieuses à se creuser des terriers dans le sable et à y entraîner des Araignées et des Vers, m'ont fourni 4 espèces. L'Ammophila annosa Hr. rappelle l'A. sabulosa ordinaire qui nourrit ses

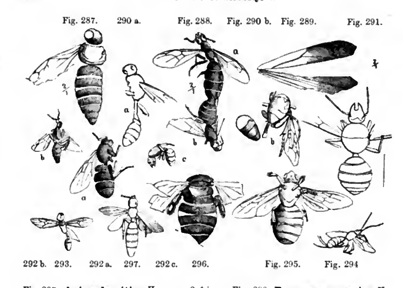


Fig. 287. **Apis adamitica** Hr. gross. 2 fois. — Fig. 288. **Ponera venerarius** Hr. gross. 2 fois; a. femelle; b. mâle. — Fig. 289. **Vespa atavina** Hr. gross. 3 fois, de Moudon. — Fig. 290. **Ammophila inferna** Hr., a, b. — Fig. 291. **Imhoffia pallida** Hr. — Fig. 292. **Formica lignitum Germ.**; a. femelle; b. mâle (F. heraclea Hr. ol.); c. ouvrier. — Fig. 293. **Myrmica tertiaria** Hr. — Fig. 294. **Ichneumon infernalis** Hr. — Fig. 295. **Xylocopa senilis** Hr. — Fig. 296. **Bombus Jurinei** Hr. — Fig. 297. **Scolia Saussureana** Hr.

jeunes avec des chenilles; une autre espèce, l'A. inferna Hr. (fig. 290 a, b), est beaucoup plus grosse, et se rapproche des formes tropicales.

Les Scolides, dont Oeningen nous a conservé une jolie espèce (fig. 297), appartiennent maintenant au Midi.

La famille des Hyménoptères de beaucoup la plus riche en espèces est celle des Fourmis. Nous en connaissons déjà 44 espèces d'Oeningen; ainsi, à cette époque déjà, ces Insectes vivaient, comme de nos jours, en grandes communautés; on trouve, en effet, des mâles et des femelles de quelques espèces (ainsi à Radoboj) gisant en grandes masses. — Évidemment les individus ailés, doués d'un sexe, sont sortis de leurs nids en troupes immenses et ont pris leur vol. Poussés au-dessus de l'eau, ils y ont trouvé la mort et ont été enfouis dans la vase. Nous voyons presque

toutes les années, vers la fin de l'été, de semblables essaims de Fourmis; ils sont particulièrement nombreux dans nos localités pendant les années sèches et chaudes, et il n'est pas rare non plus de voir leurs légions tomber dans le lac, dont elles couvrent une vaste étendue. Ceci nous explique pourquoi, soit à Oeningen, soit à Radoboj, on ne trouve presque exclusivement que des Fourmis ailées, et que les neutres privés d'ailes sont excessivement rares; 21 espèces d'Oeningen appartiennent aux Formica, 10 aux Ponerites, 9 aux Myrmica, 4 aux Imhoffia; ce dernier genre est éteint.

Les Formica sont en partie de grands Insectes, beaucoup plus gros que notre F. herculeana L., qui vit dans les vieux troncs de Pins et de Sapins, et qui n'a d'analogie qu'avec une espèce très-répandue, F. lignitum Germ. (fig. 292). Ordinairement on rencontre la femelle (fig. 292 a), mais nous avons trouvé aussi à Oeningen des mâles (fig. 292 b) et des neutres (fig. 292 c) qui appartiennent fort probablement à cette espèce. — La plupart des autres Fourmis sont de petits animaux s'écartant pour la forme des espèces européennes. — C'est surtout le cas pour les Ponerites qui sont beaucoup plus grosses que nos quelques petites espèces européennes de Ponera, mais ne peuvent pas non plus se comparer aux formes tropicales; elles forment probablement un genre à part et éteint. — Trois espèces, P. fuliginosus, affinis et elongatulus Hr., se rencontrent soit à Oeningen, soit à Radoboj; elles ont dû, par conséquent, avoir une aire fort étendue. — La fig. 288 représente la paire d'une jolie espèce, le P. venerarius Hr., qui nous est parvenu en fort bon état.

Le genre Myrmica renferme en partie de petites espèces qui généralement diffèrent des nôtres, en partie aussi des formes remarquables se rapprochant de celles du midi de la France et du nord de l'Afrique; elles se font remarquer par leur tête grande et rugueuse.

Les Imhoffia diffèrent des autres Fourmis par leur grand thorax et par la forme de leurs antennes, mais elles ont une certaine analogie dans le port avec les Myrmica et les Attes; elles forment un genre tout spécial et éteint (fig. 291) qui vivait à Oeningen et à Radoboj.

Ces nombreuses espèces de Fourmis avaient sans doute leurs demeures soit dans la terre, soit dans le bois pourri ou sec des troncs d'arbres. Ces Fourmis, ainsi que les Termites et beaucoup d'autres Insectes rongeant le bois, témoignent d'une végétation luxuriante et d'une grande richesse d'arbres; cette époque produisit une masse considérable de matières organiques que ces petits animaux dévoraient et faisaient de nouveau rentrer dans la circulation.

Les Abeilles forment un premier groupe des Hyménoptères; les Guêpes, les Sphégides, les Scolides et les Fourmis un second dit des Prædonia, et les Entomophages un troisième. Ces derniers piquent les larves et les chenilles. — Nous en avons 12 espèces à Oeningen, parmi lesquelles un Anomalon, qui poursuivait sans doute les chenilles de Lépidoptères nocturnes, un Cryptus et plusieurs Ichneumon spéciaux (fig. 294) qui probablement aussi s'attaquaient aux chenilles de Papillons.

La famille des Chalcidies est largement représentée dans la faune actuelle par de fort petites bêtes dont la jeunesse se passe en partie dans les œufs des Papillons; elle nous est parvenue sous la forme du Pteromalinites œningensis Hr.

Le groupe des Phytophages auquel appartiennent les Phyllophages est remarquablement pauvre, car il ne nous a légué tout au plus que les restes mutilés de 3 espèces.

5. Hémiptères.

Les Hémiptères sont, après les Coléoptères, l'ordre d'Insectes le plus riche en espèces dans notre pays tertiaire. J'en counais 132 espèces d'Oeningen. — Feu M. Bremi a collectionné à Dübendorf (village du canton de Zurich), pendant une longue suite d'années, des Insectes vivants, et est arrivé au chiffre de 389 Hémiptères; on en connaissait 1100 en Europe. — Ainsi Oeningen possède $^1/_3$ des espèces de Dübendorf et environ $^1/_8$ de celles d'Europe, quoique la collection d'Oeningen ait été réunie fortuitement. A l'exception des Cocciniens et des Pédiculina (Mallopha-

ges, Hémiptères parasites), tous les groupes des Hémiptères vivants y sont représentés. — Les Pédiculina n'ont certainement pas manqué autrefois et on peut à peine croire que les Lagomys, les Viverrines, les Cerfs et les Proboscidiens qui vivaient près du lac d'Oeningen aient été exempts de ces parasites; cependant on n'en a point encore trouvé et il est probable qu'on n'en rencontrera jamais.

En revanche, les Aphidines comptent 3 espèces. — Deux d'entre elles ont probablement vécu sur les feuilles, ce sont les Aphis, tandis qu'une troisième, le Pemphigus bursifex Hr., produisait des gales par ses piqûres sur les pétioles des Peupliers. — Nous n'avons pas, il est vrai, rencontré l'animal lui-même, mais une douzaine de feuilles avec des galles tout à fait semblables à celles que produit le Pemphigus bursarius L. sp. sur nos Peupliers.

Ce sont les Géocores qui fournissent, de nos jours, la majeure partie des Hémiptères. Ces Insectes sont en général remarquablement bien conservés, et sur plusieurs on peut reconnaître les couleurs. — Les anneaux abdominaux sont chez beaucoup d'espèces ornés de petits points et de dessins; les ailes supérieures de plusieurs sont conservées. Sur les 8 familles dont se composent les Géocores, 6 sont représentées à Oeningen; les Scutati avec 45 espèces, les Coréodes avec 18, les Lygæodes avec 23, les Membranacei avec 2, les Reduvii avec 17, les Capsina avec 2, les Hydromètres avec 1 espèce. Pour ceux qui connaissent cet ordre d'Insectes, il saute aux yeux qu'au point de vue des proportions numériques, la faune des Hémiptères d'Oeningen était totalement différente de la faune actuelle de notre pays; mais elle se rapproche de celle des pays subtropicaux. — Les Capsida sont actuellement la famille de beaucoup la plus riche en espèces non-seulement en Suisse, mais en général dans le reste de l'Europe; elles présentent des formes très-variées en Amérique et jusque dans le sud des États-Unis; mais depuis là jusqu'aux tropiqnes elles disparaissent complétement.

Le même cas se présente, à un degré plus complet encore, pour les Riparii qui appartiennent exclusivement aux zones froides et tempérées. Il

est remarquable assurément que ces dernières manquent complétement à Oeningen, et que les premières n'y aient fourni que deux rares espèces (Phytocoris?). D'autre part, les Reduvii sont représentés sous les tropiques par un nombre considérable d'espèces voisines des espèces fossiles, tandis qu'ils deviennent rares sous les zones tempérées. Feu M. Bremi en a recueilli 8 espèces à Dübendorf; on en connaît 14 espèces dans toute la Suisse et nous en avons 17 à Oeningen. Les proportions sont exactement les mêmes pour les Scutati, dont Oeningen possède plus d'espèces qu'il ne s'en trouve dans aucune localité de la Suisse (Dübendorf en a 23). — Les Coréodes sont aussi très-riches en espèces.

Les familles qui précèdent sont toutes largement représentées dans les pays chauds, et contribuent à donner à notre faune miocène un caractère méridional et sub-tropical.

Les Scutati possèdent 4 belles espèces de Pachycoris dont le thorax et les scutelles sont ornés de taches blanches (probablement rouges pendant la vie) (fig. 298). Ils sont très-voisins d'espèces des Indes occidentales brillamment colorées de vert, de bleu et de rouge.

Le groupe des Pentatomides renferme un certain nombre de formes européennes; nous y rencontrons deux Eusarcoris semblables à une espèce qui se trouve sous les pierres et sur les buissons bas, principalement à la lisière des forêts; plusieurs petites Eurydèmes élégamment tachetées, telles qu'on en voit sur les fleurs, spécialement sur les Ombellifères de l'Europe moyenne et méridionale (E. picta et festiva); un Cydnus qui a beaucoup de rapport avec le C. tristis noir et fort répandu; une Acanthosoma parente de cette remarquable espèce qui conduit ses petits à la recherche de leur nourriture comme une Poule ses poussins.

La plupart des Pentatoma proprement dits avaient une taille remarquable; les espèces soit d'Oeningen au nombre de 13 (fig. 309), soit les 2 du Locle, diffèrent beaucoup de celles d'Europe.

Le genre Halys (fig. 299) a une forme américaine, et le genre Cydnopsis est un type perdu qui fournit 11 espèces à Oeningen, dont 3 se trou-

vent aussi à Radoboj (en Croatie). Le C. tertiaria Hr. (fig. 300) est un des Hémiptères les plus communs de l'époque miocène.

La famille des Coréodes comprend de très-belles espèces. — Les jeunes Hypselonotus et Alydus renferment des types du sud de l'Amérique. — Le genre Syromastes et l'espèce S. Seyfriedi Hr. reproduit une forme exotique, tandis que deux autres espèces du même genre ont du rapport avec des formes européennes.

Le S. coloratus Hr. (fig. 302) n'est pas rare à Oeningen; chez tous les exemplaires l'abdomen est tacheté de noir de la même manière que chez

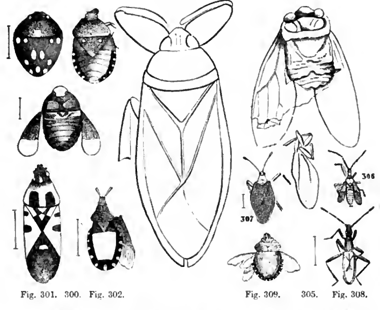


Fig. 298. **Pachycoris Burmeisteri** Hr. gross. 2 fois. — Fig. 299. **Halys spectabilis** Hr. — Fig. 300. **Cydnopsis tertiaria** Hr. gross. 3 fois. — Fig. 301. **Lygæus tinctus** Hr. gross. 3 fois. — Fig. 302. **Syromates coloratus** Hr. gross. 2 fois. — Fig. 303. **Belostoma speciosum** Hr. — Fig. 304. **Cicada Emathion** Hr. — Fig. 305. **Cercopis Germari** Hr. — Fig. 306. **Harpactor maculipes** Hr. — Fig. 307. **Tingis Wollastoni** Hr. — Fig. 308. **Nabis gracillima** Hr. gross. 2 fois. — Fig. 309. **Pentatoma pictum** Hr.

le S. scapha F., qui vit chez nous sur les buissons et surtout sous les touffes de Ronces.

Les genres Berytopsis et Harmostites sont éteints.

La famille des Lygæodes a le point central de son aire dans la zone tempérée; il y en a cependant beaucoup dans les régions torrides. Elle est largement représentée à Oeningen. — Le Lygæus tinctus Hr. (fig. 301) était sans doute, à l'état frais, coloré de rouge et tacheté de noir, ainsi que le L. venustus Bœb. qui se trouve dans l'Europe moyenne et méridionale sur le Vincetoxicum. Oeningen possède quatre autres Lygæus.

Les Pachymerus sont encore plus communs: ils nous fournissent 6 espèces petites et de couleur sombre dont une, le P. cruciatus Hr., était tacheté de blanc; elle a beaucoup de rapport avec une espèce de Madère et des îles Canaries, le P. luscus H. Sch.

Les Heterogaster, genre voisin, nous donnent l'H. tristis Hr., qui rappelle l'H. Urticæ F. et devait vivre également sur les Orties.

Les Tingides ont une mauvaise réputation qui est due au genre Acanthia (Punaise des lits); ce groupe renferme cependant d'élégantes petites bêtes dont deux espèces vivaient à Oeningen. L'une, le Monanthia Wollastoni Hr. (fig. 307), est fort bien conservée; on peut même reconnaître la couleur et les fines nervures des ailes. — Le M. convergens Kl., qui vit sur les Myosotis, est son proche parent dans la faune actuelle.

Les Reduvii forment une famille remarquable: ce sont des Rapaces à longues jambes et forts adroits qui, pendant la nuit, s'approchent d'autres Insectes et les piquent de leur bec effilé. Oeningen en a donné plus d'espèces que nous n'en connaissons actuellement dans toute la Suisse, et parmi elles les genres exotiques Evagoras et Stenopoda. — Le genre le plus riche est celui des Harpactor qui compte 7 espèces dont quelques-unes ont des jambes très-finement annelées (fig. 306).

Les genres Pirates et Prostemma renferment de jolis animaux que nous ne pouvons comparer à aucun Insecte de notre faune. Le genre

Nabis (fig. 308) reproduit une forme indigène, et renfermait plusieurs espèces déjà répandues sur le territoire miocène.

Les Hydromètres (Hydrodromici) forment une petite famille à jambes très-fines; elles se tiennent sur le bord des étangs et des lacs, courant avec agilité sur la surface de l'eau. — Nous en avons une espèce d'Oeningen, le Limnobates prodromus Hr., que l'on peut considérer comme le précurseur du L. stagnorum L. sp. qui n'est pas rare chez nous.

Le groupe de Hydrocores est peu riche en espèces. A Oeningen, il est représenté par deux familles, les Népinées avec 5 espèces et les Notonectes avec une. Cette dernière est une Corisa semblable à une espèce américaine. Les Népinées présentent des formes de Nepa et de Naucoris telles que nous les voyons dans nos étangs, et les genres tropicaux et subtropicaux Belostoma et Diplonychus. — Nous retrouvons le Diplonychus rotundatus Hr. qui a un proche parent dans les Indes; quant au genre Belostoma, il est représenté par le B. speciosum Hr. (fig. 303) qui pour la taille peut rivaliser avec le plus grand des Hémiptères tropicaux, le B. grande du Brésil; il lui ressemble tellement pour le port qu'il peut être considéré comme son ancêtre. Une espèce analogue a été découverte dans les charbons de Bonn; ce remarquable type américain était donc probablement répandu sur toute l'Europe. — Les Bélostomes sont des Rapaces dont les femelles portent leurs œufs avec elles. On doit remarquer qu'à Oeningen les Coléoptères aquatiques avaient acquis des proportions fort considérables, et non-seulement eux mais aussi les Hydrocores.

Les Cigales ont nn tout autre port que les autres Hémiptères terrestres et que les Hydrocores; ces pacifiques Insectes sont pour la plupart de petites bêtes abondamment représentées dans tous les pays, et qui se nourrissent exclusivement de végétaux. — Ils se divisent en quatre familles qui toutes existaient déjà à l'époque tertiaire.

Les Cicada chanteuses apparaissent à Oeningen avec la Cicada Emathion Hr. (fig. 304); elle ressemble de fort près à la Cicada orni L. si commune dans le sud de l'Europe; on la rencontre déjà dans la Valte-

line, au lac de Côme, dans le Tessin et dans le Valais; elle vit en société sur les arbres et remplit l'air de son cri monotone. La Cigale, messagère de l'été, est considérée depuis l'antiquité comme le symbole de la paix dans la nature; c'est un des Insectes les plus connus des pays méridionaux. A l'époque tertiaire les Cigales faisaient entendre leurs chœurs joyeux dans nos forêts qu'elles abandonnèrent plus tard pour des zones plus chaudes.

Les Fulgorinées, représentées par le Pseudophana amatoria Hr., demeuraient dans les bois d'Oeningen, et vivaient probablement sur les Chênes; c'est du moins sur ces arbres que se rencontre son analogue le Ps. europæa F. — Les Membranacées n'ont également qu'une espèce à Oeningen.

La famille la plus riche est celle des Cicadellines, qui fournit dans ce même endroit 13 espèces. — Quelques-unes sont de tout petits Insectes semblables à nos Cicadelles vertes, jaunes ou brunes qu'on voit si souvent sauter dans l'herbe, et dont les larves vivant sur les herbes et les buissons sont enveloppées d'une espèce de bave qu'on appelle « Salive du diable; » d'autres étaient plus grandes et de couleurs bigarrées; leurs représentants actuels vivent en partie dans les pays chauds, ainsi celui du Cercopis Germari Hr. (fig. 305); en partie dans nos environs, comme ceux des Cerc. Herrichi et Hageni Hr.

Un genre éteint: Ledophora, rappelle la Ledra de Madagascar.

6. Diptères

Quant au nombre, les Diptères occupent la quatrième place dans la faune miocène ainsi que dans la faune actuelle. Ils se divisent en deux grands sous-ordres: les Némocères, avec des antennes à articles nombreux, et les Brachycères, dont les antennes très-courtes ne possèdent qu'un, deux ou trois anneaux. — Dans la faune actuelle, les premiers donnent $^1/_7$ de l'ordre et les derniers les $^6/_7$. Cette proportion était tout autre dans le monde primitif. Les Némocères apparurent les premiers, ensuite vinrent les Brachycères. — Ces derniers sont représentés à Oe-

ningen par 12 espèces, soit $^1/_5$ environ ; les premiers par 51 espèces ou $^4/_5$; cette proportion est la même dans les autres pays où jusqu'ici on a découvert des Diptères fossiles. L'explication de ce fait n'est pas difficile. — Les Brachycères vivent de préférence sur les fleurs et principalement sur celles des plantes herbacées. — Ainsi nous voyons de grandes troupes de ces Insectes sur les fleurs des Ombellifères et des Composées ; les Némocères au contraire se tiennent volontiers sur les buissons, dans les bois, surtout dans les endroits humides et dans le voisinage de l'eau. Leurs larves vivent, soit dans l'eau, soit sur le terrain humide des forêts, soit encore dans le bois pourri et dans les Champignons charnus où ils abondent, tandis que la plupart des larves de Brachycères vivent dans les fleurs, les fruits, les graines et les racines de différentes sortes, principalement celles des végétaux herbacés. On rencontre les Némocères (Cousins) en grand nombre daus les forêts humides traversées par des ruisseaux et percées de clairières marécageuses ; ce sont des conditions favorablesà leur développement et qui ne leur manquaient point pendant l'époque miocène.

Parmi les espèces que j'ai reçues d'Oeningen, et par analogie avec leurs congénères actuels, les larves de cinq espèces ont dû vivre dans l'eau, quinze dans les Champignons, trente dans les forêts marécageuses et dans le bois pourri, ce qui confirme ce que j'ai dit plus haut.

Les Chironomi, qu'on voit au printemps voltiger en troupes nombreuses autour de nos lacs, et qui se distinguent par leurs délicates antennes empennées, déposent leurs œufs dans l'eau où se passe toute la vie de la larve. — Oeningen nous a conservé les deux états de ces Insectes. Les larves du Chironomus Gaudini Hr. (fig. 316) sont abondantes, souvent même on en rencontre plusieurs à la fois. Comme ces larves se trouvent sur quelques plaquettes d'Oeningen à côté des œufs d'hiver du Gammarus pulex, il est probable que ces Mouches passaient l'hiver à l'état de larve et se transformaient au printemps.

Les Fungicoles sont de jolies petites bêtes dont les vers blancs se rencontrent en grand nombre dans les Champignons. Oeningen fournit

les deux genres : Mycetophila (avec 9 espèces) et Sciara (avec 6 espèces) qui, quoique renfermant des animaux très-menus et exceptionnellement délicats, nous sont parvenus pour la plupart dans un excellent état de conservation, ainsi qu'on peut le voir par les figures 317, 318 et 319.

Les petites Cecidomyia, qui se font des demeures ou produisent des galles sur les feuilles, n'ont pas été retrouvées à l'état parfait. Mais on a recueilli à Oeningen sur une feuille de Peuplier une espèce de galle (fig. 322) qui a beaucoup d'analogie avec celle du Cecidomyia Salicis, et

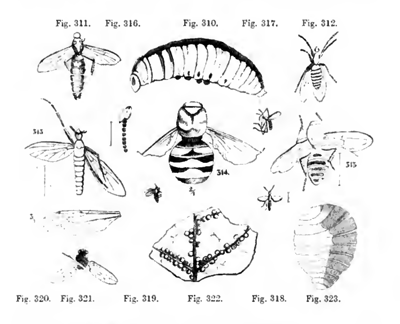


Fig. 310. **Bombycites Büchii** Hr. — Fig. 311. **Bibio elongatus** Hr. — Fig. 312. **Protomya speciosa** Hr. — Fig. 313. **Plecia hilaris** Hr. gross. 2 fois. — Fig. 314. **Syrphus Bremii** Hr. gross. 2 fois. — Fig. 315. **Syrphus Schellenbergi** Hr. gross. 2 fois. — Fig. 316. **Chironomus Gaudini** Hr. gross. 2 fois. — Fig. 317. **Mycetophila Orci** Hr. — Fig. 318. **Mycetophila pusillima** Hr. gross. 2 fois. — Fig. 319. **Sciara deleta** Hr. — Fig. 320. **Limnobia Jaccardi** Hr. gross. 3 fois. — Fig. 321. **Hexatoma (?) œningensis** Hr. — Fig. 322. **Cecydomyia Bremii** Hr. galles d'une feuille de Peuplier. — Fig. 323. **Dipterites obovatus** Hr.

nous permet ainsi de présumer qu'à cette époque ces animaux existaient déjà.

Les Tipulides ne manquaient pas non plus : nous en avons reçu deux espèces d'Oeningen et une du Locle (fig. 320).

Les Bibionites étaient une des familles les plus nombreuses, et donnèrent la plus grande partie des Diptères tertiaires. Les 28 espèces d'Oeningen proviennent de cinq genres dont trois : Bibiopsis, Protomyia et Myidium, sont éteints. Le Protomyia speciosa Hr., représenté par la fig. 312, appartient à un des genres les plus remarquables d'Oeningen ; il fournit 9 espèces dont 3 ont été également trouvées en Croatie ; nous voyons par là que l'aire tertiaire de ces Insectes était très-considérable.

Les Bibio étaient encore plus communs : Oeningen en donne 16 espèces ; les uns sont noirs, les autres de couleur claire et tachetés de points plus foncés. Leurs larves ont probablement vécu dans le bois pourri et dans l'humus des forêts riches en matières organiques. Ce sont des Mouches d'une taille considérable qui se distinguent par leurs ailes larges, par leurs antennes courtes mais de 8 à 12 articles, et par la grosseur des pattes antérieures. — Quelques espèces rappellent des formes de l'Europe et de l'Amérique du Nord : par exemple le B. mœstus Hr. rappelle le B. Pomonæ L. ; d'autres appartiennent, paraît-il, à des types éteints, ainsi le B. elongatus Hr. (fig. 311).

Tandis qne le genre Bibio possède une grande area et se trouve représenté dans la faune actuelle par 18 espèces européennes et 11 américaines, le genre Plecia est restreint à l'Amérique du Sud et au Cap. Ce dernier nous fournit à Oeningen une fort belle espèce, le Pl. hilaris Hr. (fig. 313), avec le corps d'un brun clair.

Ainsi que nous l'avons fait observer plus haut, les Brachycères sont peu nombreux dans notre faune. Ils forment cependant quatre groupes et cinq familles, mais toutes avec peu d'espèces.

Les Xilophages nous en donnent deux, mais incertaines ; les Alsiliens, trois, dont deux du genre Asilus ; ce sont des Mouches qui guettent les

autres Insectes à la manière des Chats, leur sautent dessus en les entourant de leurs pattes velues, et les transpercent avec leur suçoir.

Les Tabanides nous sont parvenues avec une espèce : l'Hexatoma? œningensis Hr. (fig. 321). Quant aux Syrphides, elles fournissent deux espèces qui, de même que les espèces vivantes, se reconnaissent à leur abdomen élégamment rubanné (fig. 314 et 315).

Les Mouches proprement dites nous donnent : l'Echinomiya antiqua Hr. dont la larve a probablement vécu (comme l'E. echinata Meig.) en parasite dans les chenilles de Lépidoptères, puis une petite Anthomya et quelques espèces à ailes tachetées voisines des Psiles. La figure 323 reproduit une larve ayant probablement appartenu à un Diptère extraordinairement gros ; elle est dépourvue de pieds et a une très-petite tête, trois anneaux thoraciques et neuf abdominaux bien distincts qui portent du côté supérieur de fines stries ondulées.

7. Lépidoptères.

Les Insectes les plus rares d'Oeningen sont les Papillons, et tous les autres gisements d'Insectes fossiles en ont fourni fort peu d'espèces, ce qui semble indiquer que dans les temps primitifs cet ordre d'animaux était fort rare. — C'est sans doute le plus jeune parmi les autres ordres d'Insectes ; ce n'est que dans notre faune qu'il a pris un grand développement, et c'est maintenant un des plus riches en espèces. Oeningen nous a conservé les traces de 3 espèces appartenant aux Nocturnes. On a retrouvé un étui de la Psyche Pineella Hr. fait d'aiguilles de Pin. Le Bombycites œningensis Hr. ne nous a laissé que quelques débris de ses ailes et de son corps, et le B. Büchii Hr. (fig. 310) une chenille assez bien conservée qui a dû probablement appartenir à la classe des Fileuses * (Bombycides).

* Jusqu'ici, on n'en a trouvé qu'un exemplaire. Il est conservé au Musée de Zurich ; l'empreinte opposée se voit dans celui de Winterthour. Il a été fortement comprimé, et les anneaux abdominaux sont difficiles à distinguer. La tête est petite et le thorax s'élargit brusquement. Les pattes pectorales ne se sont pas conservées, mais les ven-

III. Vertébrés.

a. *Poissons.*

L'existence des Poissons primitifs et leur aire peuvent nous donner d'importants renseignements sur les communications existant entre les anciens bassins, car l'étude de la faune ichthyologique des différents cours d'eau du monde actuel nous révèle que chacun de ces cours d'eau a un certain nombre d'espèces qui lui sont propres. Par exemple, l'Anguille se rencontre dans tous les fleuves qui sont en communication avec la mer du Nord, la Baltique, l'Atlantique et la Méditerranée, tandis qu'elle manque dans les lacs et les fleuves qui envoient leurs eaux à la mer Noire; il en est de même pour le Saumon. La Truite saumonnée, l'Alose (Coregonus oxyrhynchus L.), la Lamproie marine se trouvent dans le bassin du Rhin et manquent dans celui du Danube, tandis que ce dernier possède le Lucioperca sandra, l'Aspro Zingel., l'Aspro vulgaris et plusieurs espèces d'Accipenser, ou du moins ces Poissons y apparaissent de temps à autre; le Rhin en est privé. Or, si nous avions à notre disposition les Poissons fossiles des différentes parties de la Suisse, nous pourrions déterminer les différents bassins et cours d'eau de notre pays miocène; mais pour le moment ce n'est malheureusement pas possible. Dans plusieurs localités cependant on a découvert quelques restes (écailles et vertèbres); mais c'est Oeningen seul qui a fourni de nombreux échantillons propres à être déterminés. Ces Poissons ont fréquemment encore leurs écailles et sont en partie fort bien conservés. Ils se rencontrent dans la carrière inférieure et dans la supérieure, mais restreints à certaines couches. — Jusqu'ici, on en a décrit 32 espèces * qui se divisent en 15 genres. — Sur ce nombre, il n'y en a qu'un qui soit éteint, c'est le Cyclurus, caractérisé par une nageoire caudale ronde; il est voisin de

trales subsistent en partie et à l'état de verrues noires. On reconnait quatre stigmates. Les Bombycides et les Arctiides ont des chenilles semblables.

* Voy. Agassiz, Recherches sur les Poissons fossiles, X, p. 78, et Dr Winkler, Description de Poissons fossiles d'Oeningen. Harlem, 1861.

la Tanche; tous les autres vivent encore dans les eaux douces. La faune ichthyologique d'Oeningen diffère donc complétement de celle de Matt. La différence consiste non-seulement en ce que les Poissons de Matt se rapprochent des Poissons marins, et ceux d'Oeningeu des Poissons d'eau douce, mais aussi en ce que la ressemblance de ces derniers avec la faune moderne est très-accentuée. Tandis que les Poissons éocènes de Matt n'entrent que pour la moitié dans les genres du monde actuel, ceux d'Oeningen sont pour les $^{31}/_{32}$ identiques à ceux de nos jours. — Sur ces 15 genres il y en a 12 (avec 25 espèces) qui vivent encore en Suisse.

Le lac d'Oeningen possédait, comme aujourd'hui la Suisse, un grand Brochet, le roi des Poissons d'Oeningen, plusieurs espèces du genre Leuciscus telles que les L. argenteus et L. nasus, des Perches qui s'ébattaient dans les eaux tranquilles, des Cobitis (C. barbatula) et des Tanches en grand nombre fouillaient la vase, les Cottus (Séchot) et les Anguilles ne manquaient pas non plus; plusieurs de ces espèces ressemblent beaucoup aux nôtres, ainsi le Brochet, quelques Cobitis et Leuciscus, tandis que d'autres sont proches parentes de Poissons exotiques; ainsi, la Perca lepidota Ag. s'écarte considérablement de notre Perche et ressemble, d'après Agassiz, à la plupart des espèces des Indes et de la Nouvelle-Zélande. Remarquons d'une manière générale que sur les 12 genres que possède Oeningen en commun avec la faune actuelle il n'y en a qu'un, le genre Cottus, qui appartienne exclusivement à la zone tempérée, ainsi qu'à la froide, tandis que tous les autres se rencontrent aussi dans les pays méditerranéens et même dans la zone tropicale et la sous-tropicale. Les genres Perca, Acanthopsis, Cobitis, Gobio, Leuciscus, Aspius sont aussi indiens; l'Anguille se trouve à Madère et à Ténériffe. Ajoutons que la faune ichthyologique d'Oeningen renferme un certain nombre d'espèces appartenant à des genres étrangers à notre pays.

Le genre Lebias, qui possède quatre petites espèces, demeure actuellement en Italie, en Orient et en Amérique; le genre Pœcilia se trouve seulement dans les marécages de la Caroline et de l'Amérique du Sud. Le genre Cyclurus est éteint. A ces genres qui sont répandus chez nous,

mais dont la majeure partie habite aussi la zone chaude et la torride, viennent s'en ajouter d'autres qui appartiennent exclusivement à cette dernière. Nous rencontrons donc ici encore le même ordre de faits dont nous avons observé tant d'exemples soit chez les Insectes, soit chez les plantes. D'autre part, Oeningen est privé de plusieurs des formes de Poissons les plus communes dans nos contrées. Quoique depuis une centaine d'années on ait recueilli avec un soin particulier les Poissons de ce gisement ; on n'a rencontré aucune espèce proche parente de nos Salmo : S. fario, trutta, Salar, de nos Murènes, Lotes, Carpes *, Barbillons, Thymallus, Abramis. Quelques-unes de ces formes manquent souvent dans les pays méridionaux, car elles préfèrent l'eau claire et fraîche, comme les Truites, les Thymallus et les Lotes. L'eau du lac d'Oeningen était probablement trouble et le fond en était vaseux ; la présence des Cobitis, des Tanches, de quelques espèces de Pœcilia et de Lebias dont les parents actuels aiment les fonds bourbeux, en est une preuve. — Le Cobitis cephalotes Ag. ressemble beaucoup au C. fossilis L., qui s'enterre souvent très-profondément dans la vase. — Les Tinea (Tanches) dont on connaît 3 espèces à Oeningen, font de même. — Les Lebias vivent par bancs dans les eaux marécageuses qui conviennent aussi aux Pœcilia. On raconte que si la nourriture vient à manquer à ces derniers, ils sortent rapidement de l'eau et traversent l'herbe et les buissons pour gagner d'autres places marécageuses. — Tous les échantillons de Pœcilia (Pœcilia œningensis Wklr.) laissent voir une tête fortement renversée en arrière, comme on peut l'observer chez les Poissons qui cherchent à faire un saut; le Dr Winkler croit que tel était le cas pour ceux d'Oeningen.

* Dans les anciennes collections il n'est pas rare de trouver, il est vrai, des Poissons d'Oeningen inscrits sous le nom de Carpe ou de Truite, mais ce sont tous des animaux artificiels auxquels on a donné la forme de ces Poissons. Les moines de l'ancien couvent d'Oeningen étaient, paraît-il, fort habiles à fabriquer de semblables fossiles et ont trouvé depuis lors des imitateurs. Les anciennes collections renferment souvent des plantes et des Insectes imités de la sorte et qui sont sans valeur; généralement ils ont une couleur brune qui leur a été donnée avec du brou de noix.

Ils auraient été surpris par la mort pendant leurs derniers efforts pour s'élancer hors du limon qui se desséchait, et qui les a ensevelis.

Les grandes Grenouilles, les Salamandres, les nombreux Insectes aquatiques et les Potamogeton sont autant de preuves de la nature limoneuse du lac d'Oeningen; cependant la présence des Gobio et des Rhodeus qui aiment les eaux courantes et claires indiquent que le lac était alimenté par des eaux vives. Ces animaux déposaient sans doute leur frai dans les affluents du lac ou dans les eaux devenues claires qui en sortaient.

Deux espèces d'Anguille nous prouvent que le lac d'Oeningen était en communication avec la mer. Les Anguilles et les Saumons ne sont pas rares chez nous, mais ils manquent dans le lac de Constance, car partant de la mer ils remontent dans l'intérieur des terres et ne peuvent pas franchir la chute du Rhin. Cet obstacle n'existait donc pas à l'époque œningienne.

Les Poissons d'Oeningen se divisent en six familles. — La plus riche en espèces est celle des Cyprinoides qui à elle seule renferme 21 espèces. Cinq de ces dernières appartiennent au genre Leuciscus; elles ont une taille moyenne; leur corps en forme de fuseau est recouvert de grosses écailles et leur nageoire caudale est bifide. Trois de ces espèces : Leuciscus œningensis Ag., L. helveticus Wklr. et L. latiusculus Ag., sont les Poissons les plus communs d'Oeningen, mais ils sont restreints à la carrière supérieure. Ce genre était déjà très-répandu pendant l'époque miocène, et il se rencontre actuellement dans les eaux de toutes les parties du monde.

Les Cobitis sont de petits Poissons cylindriques dont Oeningen possède quatre espèces. — Les Acanthopsis (A. angustus Ag.) leur ressemblent beaucoup, mais ceux-là sont remarquablement longs et minces avec de petites nageoires.

Les Cyprins (Carpes) ne possèdent qu'une espèce dans le centre de l'Europe : le Rhodeus amarus, tandis qu'Oeningen en fournit quatre : ce sont de petits Poissons à tête grosse et large et à courtes nageoires.

Après les Brochets, les Tanches sont les plus gros Poissons d'Oeningen; elles se reconnaissent à la forme ramassée de leur corps, à la petitesse de leurs écailles et à leurs nageoires courtes et larges. On n'en connaît qu'une espèce vivante appartenant exclusivement à l'Europe; Oeningen en a trois dont une, la Tinea magna Wklr., a plus d'un pied de long.

La famille des Cyprinodontes n'existe nulle part de ce côté-ci des Alpes; ce sont de petits Poissons habitant la zone chaude et la torride et dont cinq espèces ont vécu à Oeningen.

Le genre Lebias est le plus important de la famille; Oeningen en possède quatre espèces qui, après les Leuciscus, sont les plus communes de la localité. Elles ne se rencontrent que dans la couche à Insectes de la carrière inférieure où il n'est pas rare de trouver plusieurs exemplaires les uns à côté des autres, ce qui prouve que ces Poissons, ainsi que leurs congénères actuels, vivaient par bancs.

Les petits Pœcilia sont beaucoup plus rares; ils se reconnaissent à la nageoire ventrale et à la dorsale qui sont fortement dirigées en arrière, et à leur queue arrondie.

Les deux espèces de Brochet d'Oeningen sont fort pareilles au Brochet ordinaire, si abondamment répandu en Europe, en Asie et dans le nord de l'Amérique; leurs écailles cependant étaient beaucoup plus grosses. L'espèce la plus commune est l'Esox lepidotus Ag., qui a surtout le corps un peu plus large et la tête plus allongée que le nôtre, mais qui atteignait la même taille. On en a trouvé des échantillons de toutes les dimensions, depuis 6 pouces jusqu'à 3 pieds. La seconde espèce, E. robustus Wklr., est plus courte, plus grosse et a de plus petites nageoires, ce qui devait lui donner des allures embarrassées. Ces Brochets étaient rapaces comme le nôtre, car on rencontre quelquefois des exemplaires qui ont dans la région de l'estomac le squelette de petits Poissons qu'ils avaient avalés. Le fait s'observe aussi chez une Anguille (Anguilla elegans Wklr.) qui avait avalé un Leuciscus œningensis. Les têtes de ces Poissons mangés sont toujours dirigées vers la queue de celui qui les a

avalés; ils ont donc été croqués par devant. Les Anguilles étaient communes à l'époque tertiaire; on en connaît six espèces du Monte Bolca, une d'Aix et deux d'Oeningen qui s'écartent beaucoup de la seule espèce européenne.

Le Cottus brevis Ag., seule espèce de ce genre à Oeningen, avait l'abdomen plus petit et plus mince encore que l'espèce de nos ruisseaux et de nos lacs.

La Perche d'Oeningen, Perca lepidota Ag., diffère de notre Perche; celle-ci a 12 à 15 rayons, tandis que la première n'a que 9 rayons très-fins à la nageoire dorsale; on a également découvert cette espèce dans la mollasse du Gurnigel, et c'est le seul exemple d'une espèce de Poisson d'Oeningen trouvée dans une autre localité de la Suisse.

b. *Reptiles* *.

La faune mollassique des Reptiles s'écarte encore plus que celle des Poissons de la faune actuelle. Elle était beaucoup plus riche en espèces, qui se répartissaient d'une manière spéciale dans les différentes familles. Le tableau ci-après en donne la distribution :

Les formes rappelant nos petites Salamandres et nos Grenouilles manquent; en revanche nous trouvons des Crapauds qu'il est difficile de distinguer de nos Bombinatores, et des Couleuvres proches parentes des nôtres. Nous rencontrons de plus une Salamandre géante, une énorme Grenouille, plusieurs Crocodiles et une prodigieuse abondance de Tortues, qui donnent à cette faune un caractère tout à fait étranger.

Cette Salamandre géante, l'Andrias Scheuchzeri, Holl. sp.**, est une

* Les espèces d'Oeningen ont été étudiées par H. de Meyer dans son ouvrage : « Mammifères, Oiseaux et Reptiles fossiles d'Oeningen. Francfort, 1845 » ; et par Winkler, « Tortues fossiles. Harlem, 1869. » Les Tortues de la Suisse ont été décrites par Pictet et Humbert dans leur « Monographie des Chéloniens de la mollasse suisse. Genève, 1858. » Les Tortues de Winterthour par le Dr Biedermann dans ses « Pétrifications des environs de Winterthour, 1re partie, Tortues. Winterthour, 1862. »

** Scheuchzer a décrit cette espèce sous le nom de Homo diluvii testis. Cependant

ORDRES	Faune suisse actuelle	Mollasse de la Suisse	Oeningen
Salamandres	6	3	3
Grenouilles et Crapauds	8	4	4
Sauriens	5	1	—
Crocodiles	—	3	—
Serpents	7	3	3
Tortues	1	18	3
	27	32	13

des pétrifications les plus remarquables de nos contrées. — Elle a été découverte pour la première fois il y a 138 ans à Oeningen et prise par J.-J. Scheuchzer pour « *le squelette d'un homme noyé par le déluge,* » erreur que peut excuser en quelque manière le mauvais état de conservation du sujet et les notions imparfaites qu'on avait alors sur la structure anatomique de l'homme et des animaux. — On en a depuis lors retrouvé des exemplaires nombreux et fort bien conservés. La Pl. IX, fig. 1* en reproduit un très-complet; il a le quart de la

Gessner avait déjà reconnu que cette pétrification n'était pas celle d'un homme, mais il la considérait comme celle d'un Poisson (Silure). En 1790, P. Camper lui assigna sa vraie place parmi les Reptiles; mais Cuvier le premier prouva scientifiquement sa proche parenté avec la Salamandre et la désigna sous le nom de Salamandre géante. Le Dr J. Tschudi la considéra comme un genre spécial (Andrias) qu'adopta Hermann de Meyer dans son remarquable ouvrage sur les Vertébrés d'Oeningen; il donna à l'espèce le nom d'Andrias Scheuchzeri. Van den Hœven a cependant démontré qu'on devait réunir cette espèce à un genre japonais. On peut également à peine la séparer des espèces américaines qu'Harlan avait déjà réunies sous le nom générique de Menopoma (Cryptobranchus Leuk.). Elles ne diffèrent de l'espèce japonaise que par l'ouverture branchiale occipitale qui, chez elles, reste ouverte, tandis que chez celle-ci elle disparait. Leurs squelettes ne présentent pas de différence.

* Cet exemplaire est un des ornements de la collection du Polytechnicum de Zurich.

grandeur naturelle. C'est un des plus jeunes sujets retrouvés à Oeningen, mais peu d'os manquent au squelette. Sa longueur totale est de 0m,63 (c'est-à-dire plus de 2 pieds suisses); la tête a 0m,077 de long sur 0m,086 de large; la colonne vertébrale a 0m,310 de long et la queue 0m,241. Cet animal avait donc une tête courte, large, très-obtuse antérieurement, avec des mâchoires garnies d'une rangée de petites dents. Les orbites sont grands et se prolongent en avant. — La colonne vertébrale est formée de vertèbres biconcaves munies chacune d'une apophyse latérale; les côtes qui en sont séparées sont courtes et amincies vers le bout. A la cinquième vertèbre commencent les membres antérieurs; l'omoplate est en forme de hache, le fémur, assez fort, a 0m,32 de long, le tibia et le péroné sont parallèles et de longueur un peu inégale; le pied est étendu, il se compose de 4 doigts qui sont un peu plus longs que le tibia, déduction faite des os du métatarse; trois des doigts ont 2 phalanges, un seul en a 3, mais elles ne sont pas bien conservées aux deux pieds. — Les membres postérieurs étaient probablement reliés à la 21me vertèbre, mais on ne peut le déterminer avec certitude, car les os du bassin sont en grande partie détruits; ces membres paraissent avoir la même structure anatomique que les antérieurs, mais ils ont été dérangés. Nous savons par d'autres exemplaires que les pieds postérieurs avaient 5 doigts dont trois à 2 phalanges et deux à 3. La queue était longue et très-forte, on y compte 19 vertèbres auxquelles il faut en ajouter une qui touchait le bassin et qui est en partie détruite, et quelques autres du bout de la queue qui étaient rudimentaires. Le nombre total de ces vertèbres semble avoir été de 22, ce qui rapprocherait cette Salamandre de l'espèce vivante qui en possède 24. Les premières vertèbres de la queue sont remarquablement fortes et sont toutes pourvues d'apophyses. — Un second exemplaire fort beau, qui est dans notre collection (à Zurich), a une taille double de celle du précédent dans toutes ses proportions. — La base de la tête a 0m,175 de large, la première vertèbre, 0m,18 de long, la 4me jusqu'à la 6me, 0m,22; la 7me jusqu'à la 12me 0m,27; elles sont amincies vers le milieu et ont une arrête médiane assez accentuée. Ce Reptile pouvait

avoir une longueur de $1^m,260$ (plus de 4 pieds suisses). — Le Musée de Winterthour en a reçu un exemplaire encore plus grand. — Le Cabinet d'histoire naturelle de Carlsruhe en possède un échantillon qui a 4 pieds de long. Ce sont les plus grandes espèces de Salamandres qui aient habité notre globe. Les espèces vivantes les plus analogues se trouvent au Japon et dans le nord de l'Amérique. — L'espèce japonaise (Andrias japonicus Tem. sp. Pl. XI, fig. 2) a un squelette à peu près identique à celui d'Oeningen, et peut par conséquent être considéré comme son homologue. La tête proportionellement un peu plus courte et un peu plus large (chez l'espèce vivante elle est un peu plus longue que large) et les doigts un peu plus allongés sont les seuls caractères qui permettent de distinguer l'espèce fossile de la japonaise. — L'espèce américaine a une forme de tête plus large et plus ramassée qui aurait plus de rapports encore avec celle de l'espèce fossile; mais en revanche la grandeur, et quelques parties du crâne, d'après M. Meyer, la rapprochent de l'espèce japonaise. — Elle atteint une longueur de 3 pieds, et vit daus les ruisseaux et dans les lacs du Japon méridional (entre les 34° et 36° lat. nord) à une hauteur de 4000 à 5000 pieds au-dessus de la mer. C'est un animal fort laid, avec de petits yeux et une peau d'un brun noirâtre plissée et verruqueuse. Dans les jardins zoologiques de Londres et d'Amsterdam où je l'ai vue, elle se tient immobile pendant la journée; c'est pendant la nuit qu'elle quitte l'eau et cherche sa nourriture qui consiste en petits Poissons, en Grenouilles et en Vers. — L'Amérique en possède deux espèces: l'une, le Menopoma giganteum Bart. sp., qui atteiut une longueur de deux pieds, habite plutôt dans les États du Nord; l'autre, M. fuscum, Holb. sp., le sud de la Caroline.

Ce type d'animal manque complétement en Europe, tandis que pendant l'époque miocène on y rencontrait deux espèces, celle dont nous venons de parler et une autre plus petite (Andrias Tschudii Myr.) découverte dans les charbons de Bonn. Cette dernière, par sa tête un peu plus allongée et plus étroite, par ses pieds plus courts, ressemble à l'espèce japonaise plus qu'à celle d'Oeningen, et la différence ostéologique

est à peine perceptible*. Ces animaux ont plus d'analogie avec les Protées qu'avec nos Salamandres actuelles. Ceci est également vrai de deux Reptiles sans pieds d'Oeningen que M. de Meyer a décrits sous le nom d'Orthophyia. Ce sont peut-être des têtards d'Andrias auxquels probablement les pieds manquaient encore.

Une Grenouille gigantesque, le Latonia Seyfriedii Myr., fait un digne pendant à la Salamandre que nous venons de décrire. Elle ressemble de si près au Ceratophrys cornuta qu'on a peut-être eu tort d'en faire un genre à part. — Elle se distingue cependant de celle-ci par une tête plus petite, par son bassin plus allongé et plus étroit, par ses membres antérieurs plus petits et par les postérieurs plus longs; pour la grosseur elle est identique à l'espèce brésilienne, qui est une des merveilles du peuple batracien actuel. Cette Grenouille des temps primitifs, comme ses congénères actuelles, passait probablement la journée dans l'eau bourbeuse; puis, le soir venu et pendant la nuit, parcourait le pays à la recherche de sa nourriture.

Des trois espèces de Crapauds que possède Oeningen, une, le Bufo Gessneri Tsch. sp. ressemble d'une manière surprenante au Bufo viridis Düm.; il a la même taille; les pieds de derrière sont cependant un peu plus longs. Une seconde espèce, le Bombinator œningensis Ag. est à beaucoup d'égards semblable au Bombinator igneus Merr.; il a cependant les membres plus courts et plus larges.

Les trois espèces de Serpents d'Oeningen ont peu de caractères spéciaux et semblent se rapprocher de nos Couleuvres. — L'une d'elles, le Coluber Oweni Myr., atteignait une longueur de 3 pieds; une autre, le C. Kargii Myr. avait un peu plus d'un pied. Notre Musée en possède un bel exemplaire avec la gueule ouverte.

* D'après H. de Meyer (Palæontographica, VII, p. 53), les jambes postérieures sont articulées à la 22e vertèbre, tandis que chez l'espèce japonaise elles le sont à la 21e; mais le fait n'a pas beaucoup d'importance. D'après les exemplaires étudiés par le Dr Schmidt, Goddart et J. van der Hœven, les os du bassin sont réunis à droite à la 21e, et à gauche à la 22e. (Voy. Natuurkundige Verhandelingen. Harlem, 1862, p. 59.)

Les Lézards ne sont jusqu'ici représentés que par un petit animal découvert pour la première fois dans les lignites de Rochette. M. le Dr Ph. De la Harpe en possède un de cette localité, qui a 0m,005 de longueur; sa mâchoire est armée de 24 dents.

Pendant la formation de nos mollasses d'eau douce, les Crocodiles vivaient dans nos fleuves et dans nos lacs; M. Ruepp, pharmacien, a découvert au Lindenberg près Butikon (canton d'Argovie) un crâne qu'il a envoyé à notre Musée. — Il est allongé et se termine par un museau assez étroit et arrondi à sa partie antérieure; les mâchoires sont armées de fortes dents. La longueur totale de l'animal devait être de 3 pieds, si du moins chez lui les proportions entre la tête et le corps étaient les mêmes que celles que nous observons chez les Crocodiles du Nil. — Il était donc beaucoup plus petit que ces derniers et rappellerait plutôt les Alligators d'Amérique. — Chez ces derniers la large mâchoire supérieure dépasse la mâchoire inférieure, et les canines inférieures pénètrent dans une cavité de la mâchoire supérieure; tandis que chez les Crocodiles les canines inférieures glissent sur le côté extérieur de la mâchoire supérieure; la même disposition se remarque dans l'espèce de Butikon « Crocodilus Buticonensis Myr., » qui par conséquent se rapproche davantage des Crocodiles.

Une dent de Crocodile sept fois plus grande que celle du précédent a été découverte dans la mollasse de Stein près du Rhin; elle a appartenu à un animal qui devait avoir la grandeur du Crocodile du Nil. Cette même taille était atteinte par un Crocodile dont on a trouvé les restes dans les lignites de la Paudèze (à Rochette). M. le Dr Ph. De la Harpe a recueilli une mâchoire inférieure longue de 0m,40 (environ 1 pied 3 $^{1}/_{3}$ pouces suisses) et des os parmi lesquels un fémur de 0m,16 de long. — On a trouvé dans cette même localité d'autres petites espèces; mais jusqu'ici elles n'ont pas été déterminées, non plus qu'un Crocodile découvert tout récemment dans les lignites de Käpfnach.

La famille des Reptiles la plus riche en espèces est celle des Tortues, qui contribuèrent certainement beaucoup à l'animation des fleuves et des

lacs pendant l'époque miocène. — Onze espèces ont été recueillies dans la mollasse inférieure et six dans la supérieure (eau douce); il faut leur adjoindre une douzaine d'espèces qu'on n'a pas encore déterminées faute de caractères précis.

Ces espèces se répartissent entre 6 genres: Testudo, Emys, Chelydra, Cistudo, Trachyaspis et Trionyx.

Dans ce nombre le genre Chelydra est aujourd'hui exclusivement américain, tandis que les autres vivent dans l'ancien et le nouveau monde; mais ils ne se rencontrent dans ce dernier que sous la zone chaude et la zone torride. Le genre Cistudo seul fournit une petite espèce, la C. europæa L., qui pénètre de ce côté-ci des Alpes; la mollasse de Lausanne en renferme deux espèces: C. Razoumowskyi Pict. et C. Morloti Pict. qui lui sont parentes, mais dont les formes analogues se rencontrent aussi dans la Caroline et le Tennessee.

L'espèce de Tortue la plus commune dans notre mollasse est la Testudo Escheri Pict., qui était répandue sur tout notre pays pendant la formation de la mollasse d'eau douce supérieure. On l'a recueillie au Locle, à Veltheim, à Elgg et au Steinerberg. Elle ressemble beaucoup à la Tortue grecque (Testudo græca L.), qui est commune dans les pays méditerranéens, et qui est fréquemment exhibée par les petits Savoyards ambulants. Elle en diffère par la forme et la grosseur des os du plastron; sa longueur est de 0^{m},22 et sa largeur de 0^{m},16. — A côté d'elle on rencontre à Veltheim près de Winterthour deux autres espèces qui atteignent une taille beaucoup plus considérable; chez l'une d'elles, la T. Vitodurana Biederm., la carapace a presque un mètre de long sur 0^{m},76 de large; l'autre, T. Picteti Biederm., a une longueur de 0^{m},78 sur une largeur de 0^{m},52. Ces espèces avaient donc beaucoup d'analogie pour la taille avec les belles Tortues de l'Inde.

La Tortue Alligator (Chelydra Murchisoni Bell.), d'Oeningen, était d'une grandeur remarquable; on en a trouvé plusieurs beaux échantillons. La longueur de la partie dorsale de la carapace est de 0^{m},43 et la largeur 0^{m},38; la longueur totale de l'animal depuis le bout du museau

jusqu'à l'extrémité de la queue est d'un mètre environ. La carapace est d'un ovale parfait, obtus aux extrémités; le plastron est petit et a la forme d'une croix; les pattes antérieures sont armées de cinq griffes; la queue, qui est longue, caractérise l'espèce américaine. — L'ancien continent ne possède aucune forme analogue; c'est un des remarquables types américains de notre pays miocène; il avait sans doute dans le monde primitif le même genre de vie que de nos jours.

L'espèce vivante est rapace et carnassière; elle se nourrit de Poissons, d'Amphibies et de jeunes Oiseaux; elle s'élance avec son long cou tendu sur sa proie qu'elle saisit avec ses puissantes mâchoires et ses grandes griffes. Elle habite les cours d'eau et les lacs des États-Unis depuis New-York jusqu'en Floride; mais elle est plus abondante dans les endroits méridionaux plus chauds.

Les Emys de notre mollasse sont plus petites; elles ont un plastron large et fixe, et leur carapace est assez fortement cintrée. — Actuellement, elles vivent dans l'Amérique du Nord et dans l'Inde; aucune espèce n'est européenne, au lieu que nos fleuves et nos lacs durant l'époque miocène en possédaient 8 espèces. Deux de forte taille, l'Emys Laharpii Pict. et E. Charpentieri Pict., ont fourni de nombreux morceaux de carapace dans les lignites de la Paudèze. Une troisième espèce: E. Gaudini Pict. se reconnaît aux plaques étroites et à bords parallèles de la carapace; elle a été trouvée dans les grès de « Solitude, » près Lausanne; une quatrième, E. Nicoleti Pict., dans les calcaires d'eau douce de la Chaux-de-Fonds, et une cinquième, E. Wyttenbachi Bourd., dans ces mêmes calcaires à Rappenfluh, près d'Aarberg. Ajoutons encore deux espèces découvertes dans le canton d'Argovie, trois à Rochette et une autre petite, E. scutella Myr. à Oeningen. Aucune de ces Emys n'a été recueillie en assez bon état pour permettre de désigner ses analogues dans la faune actuelle.

Chez tous les genres dont nous venons de parler, la carapace solide et dure a des plaques étroitement serrées les unes contre les autres, tandis que chez les Trionyx le corps est recouvert d'une peau coriace et lisse;

la tête, portée sur un long cou, se termine par un bec, la queue est très-courte et les pieds n'ont que trois doigts. — Leur apparence diffère complétement de celle des autres Tortues; elles habitent le Nil, les fleuves de la Mésopotamie * et de l'Inde; enfin le sud des États-Unis en possède aussi une espèce. Autrefois trois espèces vivaient dans nos environs: l'une (Tryonyx Teyleri Winkler) a été découverte à Oeningen, la seconde à Yverdon et la troisième, grande et mesurant de $0^m,30$ à $0^m,35$ de diamètre, à la Paudèze, mais en mauvais état; on peut, il est vrai, reconnaître le genre auquel celle-ci appartient, mais les débris ne sont pas assez complets pour qu'on puisse déterminer son analogue dans la faune actuelle. Les Trachyaspis forment un genre spécial et éteint. — La Tr. Lardyi Myr. a été recueillie dans la mollasse de la Tour de la Molière, mais les restes en sont si incomplets qu'il est impossible de la rattacher à une espèce vivante. — Elle rappelle par les dessins des plaques du plastron les Trionyx, mais elle était couverte d'écailles.

c. *Oiseaux.*

De même que les Papillons sont les Insectes les plus rares de la faune entomologique fossile, de même aussi les Oiseaux parmi les Vertébrés. Cette classe d'animaux a cependant vécu dans nos forêts à l'époque miocène, ainsi que le prouvent plusieurs débris irrécusables découverts à Oeningen. D'après H. de Meyer, ils appartiennent à 6 espèces, mais ceux d'une seule sont assez bien conservés pour qu'on puisse déterminer le genre. On a recueilli de cette dernière espèce un bréchet, une omoplate et des os des ailes. Ils annoncent un Oiseau aquatique du groupe des Canards, un peu plus petit que l'Oie sauvage (Anas segetum); de Meyer l'a nommé Oie d'Oeningen. — Nous possédons une belle plume provenant d'Oeningen dont la largeur devait être d'un pouce environ (Pl. XI, fig. 3), et d'autres de quelques lignes seulement de large.

* Nous en avons reçu du Dr Schläfli quelques beaux échantillons provenant de l'Euphrate.

Fig. 323 B.

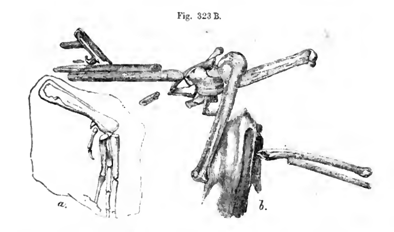


Fig. 323 B. b. **Anas œningensis** H. v. Myr. d'Oeningen. Bréchet avec les os de l'humérus et de l'avant-bras, omoplate et clavicule. D'après une photographie au $^1/_4$ de la gr. nat.; a. pied d'Oiseau d'Oeningen, gr. nat.

d. *Mammifères.*

Les débris des Mammifères sont d'une importance bien plus grande; ils ont été conservés en partie dans les lignites, en partie dans les grès et les marnes. Là où quelques os seulement ont été recueillis, la détermination est, il est vrai, difficile; mais il nous est heureusement parvenu de nombreuses dents qui font connaître clairement les animaux auxquels elles ont appartenu, car leur forme est un des meilleurs caractères qui aident à la restauration des restes fossiles. Nous verrons par le tableau suivant la grande richesse d'espèces de notre faune miocène.

Nous voyons de plus par ce tableau combien la physionomie de la faune des Mammifères miocènes était différente de celle de la faune actuelle. Dans celle-ci, les Cheiroptères, les Musaraignes insectivores (Soricina) et les Rongeurs (Souris et Campagnols) fournissent la plus grande partie des espèces. Les Pachydermes ne sont représentés que par le Sanglier, et les Ruminants par le Cerf, le Chevreuil et le Chamois. Il ne faut cependant pas perdre de vue que plusieurs espèces indigènes ont été

ORDRES	Faune suisse actuelle *	Total des espèces de la mollasse.	Mollasse d'eau douce inférieure.	Mollasse marine.	Mollasse d'eau douce supérieure.
Marsupiaux	—	1	—	—	1
Cheiroptères. . . .	15	—	—	—	—
Insectivores	9	1	—	—	1
Carnassiers	13	6	2	—	4
Rongeurs	21	12	5	—	7
Pachydermes. . . .	1	25	15	7	13
Ruminants.	3	13	5	2	10
Quadrumanes . . .	—	1	—	—	1
	62	59	27	9	37

détruites par l'homme. Les os qu'on retrouve dans les habitations lacustres nous prouvent que dans ces époques reculées nos forêts étaient habitées par deux grandes espèces de Bœuf, Bos primigenius et Bison europæus, par des Aurochs et le Bison, et qu'outre le Cerf, on y rencontrait encore le grand Élan et le Daim. Dans des temps moins éloignés, on parle de Chevaux sauvages, de Bouquetins et de Castors qui ont disparu de notre faune depuis un siècle seulement. — En faisant entrer dans nos calculs ces animaux chassés par l'homme, nous n'aurons même alors que huit espèces de Ruminants et deux de Pachydermes; il est donc hors de doute que pendant l'époque mollassique notre pays possédait une beaucoup plus grande richesse de ces genres d'animaux. Il faut leur adjoindre les Marsupiaux et les Quadrumanes (les Singes) qui nous manquent complétement aujourd'hui.

* Les chiffres mentionnés ici, ainsi qu'à la p. 493, sont tirés d'un catalogue dressé par M. Victor Fatio, de Genève, et qu'il m'a obligeamment communiqué. Il est beaucoup plus complet que celui que Schinz a publié précédemment.

Des 38 genres de Mammifères dont se composait notre faune miocène, 29 sont éteints; et des 9 qui subsistent, 3 seulement vivent encore dans notre pays : Cervus, Sus et Sciurus; sur les 6 autres, les Lagomys habitent les zones tempérées de l'Asie et du nord de l'Amérique, et les 5 derniers se rencontrent sous les zones chaudes ou torrides; le Singe Gibbon dans l'Inde, les Didelphys dans l'Amérique du Sud, les Rhinocéros et les Cerfs musqués dans l'Inde et en Afrique, et les Tapirs dans l'Inde et dans l'Amérique du Sud.

Notre faune de Mammifères miocènes a plus d'analogie avec la faune éocène qu'avec celle de nos jours. Si nous la comparons avec la faune éocène du Jura, nous n'y trouverons, il est vrai, aucune espèce parfaitement pareille, mais six genres communs.

Les Palæotherium, sorte de Tapirs, si communs à l'époque éocène, sont encore représentés dans le miocène par une espèce; il en était de même pour l'Anchiterium, sorte de Cheval, pour l'Amphicyon, parent du Chien, et pour l'Hyopotamus; l'Écureuil traverse l'époque miocène et se retrouve dans notre faune. Les Didelphys ont été rencontrés aussi ailleurs dans les gisements éocènes. D'autres genres éocènes se rattachent de fort près à des genres miocènes, ainsi les Hyracotherium (éocènes) correspondent aux Anthracotherium (miocènes). La proportion des familles est la même. Les Pachydermes éocènes et miocènes donnent également à peu près la moitié des Mammifères; dans l'éocène, les Ruminants $^1/_4$, dans le miocène entre $^1/_5$ et $^1/_6$. — Les animaux herbivores constituent donc la majeure partie de la faune; les Carnassiers sont beaucoup plus rares que de nos jours. Ils entrent dans notre faune miocène seulement pour $^1/_9$ à $^1/_{10}$, et dans la faune actuelle pour $^1/_5$ environ.

On divise les Mammifères en deux grandes sous-classes : les Didelphes, qui abritent leurs petits à un degré de développement très-imparfait dans une poche abdominale et les portent ainsi avec eux, et les Monodelphes, à qui cet organe manque. Les premiers se distinguent surtout par des détails anatomiques qui leur assignent parmi les Mammifères le dernier rang au point de vue du développement. Aujourd'hui, il n'y en a

que peu d'espèces, restreintes à l'hémisphère sud : les Kangourous et les Didelphys donnent à cette faune un cachet spécial.

Dans notre mollasse de Vermes, dans la vallée de Delsberg, on a découvert un Marsupiaux, le Didelphys Blainvillei Gerv. C'est un petit Mammifère qui a l'apparence du Rat ; il a une longue queue squameuse, prenante et terminée en pointe; la tête pointue en avant est fendue par une large bouche. Cette classe se nourrit d'Insectes, d'Oiseaux et de Reptiles. — Les jeunes de plusieurs espèces, lorsqu'ils ont quitté la poche, se tiennent sur le dos de la mère et enroulent leurs queues autour de la queue maternelle. Ce genre, très-riche en espèces, se rencontre au Pérou, au Brésil et quelques espèces dans le sud des États-Unis.

Tous les autres Mammifères de notre mollasse appartiennent aux Monodelphes, dont la famille miocène la plus importante est celle des Pachydermes ; elle renferme non-seulement le plus grand nombre d'espèces, mais aussi les espèces les plus grandes ; on peut les comparer pour la taille aux Mammifères terrestres les plus remarquables de notre époque.

Notre faune miocène comprenait 15 genres de cet ordre et une richesse de formes si grande qu'elle ne se rencontre maintenant nulle part en un espace aussi restreint. Le groupe des Tapirs fournit les genres : Palæotherium et Tapirus. On a trouvé dans les grès de Bolligen une belle mâchoire inférieure, munie de ses dents, du Palæotherium Schinzii Myr. Une espèce de Tapirus, T. helveticus Myr. habitait à Hohe-Rhonen. Cet animal a été recueilli aussi à Aarwangen et à Käpfnach; il était donc répandu dans tous les étages de notre mollasse. — Il faut ajouter encore le genre Listriodon, L. splendens Myr. découvert à la Chaux-de-Fonds; il se rapproche beaucoup des Tapirs. Sa tête n'était probablement pas munie d'une trompe.

Les Mastodontes et les Dinotherium sont les plus gros animaux de notre mollasse. — Dans d'autres pays, on a retiré de la terre des squelettes entiers de Mastodontes, en sorte que l'on connaît parfaitement la structure ostéologique de ces gigantesques animaux. Ce sont les avant-coureurs des Éléphants, auxquels ils ressemblent beaucoup; ils avaient

la même taille, la même forme de crâne et les mêmes prodigieuses défenses; mais ils s'en écartent par la forme des dents, car les Mastodontes avaient aussi la mâchoire inférieure pourvue d'incisives en forme de défenses, et leurs dents portaient à la face supérieure des mamelons coniques bien prononcés et rangés en lignes (de là leur nom de dents mamelonnées). Ils étaient donc forts broyeurs et pouvaient s'attaquer à des végétaux durs et ligneux. Notre pays possédait deux espèces de ce genre éteint : Mastodon tapiroides Cuv. et M. turicensis Schinz., chez ce dernier les mamelons des molaires étaient disposés en lignes transversales régulières formant ainsi des sillons transversaux très-profonds. L'autre était le M. angustidens Cuv. Falc.; les mamelons de ses dents étaient coniques et plus étroits, et les sillons transversaux portaient des verrues. Cette espèce était la plus commune; elle apparaît déjà au troisième étage de la mollasse, et, d'après J. Schill, elle a été trouvée dans le calcaire grossier de Lindenbuhl au Randen. Elle a été observée en plusieurs lieux dans la mollasse de l'helvétien (à Buchberg et à la Tour de la Molière); mais elle est encore plus commune dans les gisements miocènes supérieurs de notre pays. Les plus beaux exemplaires ont été recueillis dans les lignites de Käpfnach et dans les grès de Veltheim. Notre Musée possède, outre de belles molaires, des défenses qui ont jusqu'à 1 $^3/_{10}$ pied de long et qui ne sont que peu recourbées à l'extrémité; elles proviennent de Käpfnach. — On a recueilli à Veltheim deux beaux crânes qui sont un véritable ornement pour le musée de Winterthour. — L'un d'eux provient d'un jeune mâle et a fourni des renseignements importants sur la chute des premières dents chez les Mastodontes. — Elgg est le gisement le plus riche en restes du Mastodon tapiroides Cuv. On en trouve également à Käpfnach et à Oeningen *.

* Un dessin communiqué à Kaup l'avait conduit à attribuer au M. angustidens les molaires trouvées à Oeningen. (Voy. Seine Beiträge zur Kentniss der urweltlichen Säugethiere, III, p. 11.) Mais le professeur Sues, qui les a étudiées dernièrement à Harlem, où elles sont conservées, les a reconnues pour appartenir au M. tapiroides Cu . (Turicensis Schinz.)

Les Dinotherium étaient encore plus grands que les Mastodontes; leurs dents molaires (broyeuses) avaient la même forme que celles de ces derniers, mais leur mâchoire inférieure était pourvue de deux fortes défenses dirigées en bas, et qui durent donner à cet animal un cachet tout particulier. L'os nasal très-prononcé semble annoncer que le Dinotherium possédait une longue trompe sans laquelle il serait difficile de comprendre qu'il pût saisir sa nourriture, gêné qu'il était par les défenses de sa mâchoire inférieure. La partie supérieure du crâne avait fait supposer autrefois que ces bêtes énormes devaient appartenir à la famille des Vaches marines et qu'elles vivaient dans l'eau. — Un squelette trouvé il y a une quinzaine d'années, à Abtsdorf en Bohême, a prouvé qu'il fallait classer le Dinotherium parmi les Pachydermes et qu'il avait beaucoup d'analogie avec le Mastodonte, ainsi que Cuvier et Owen l'avaient pensé.

Le D. giganteum Kaup était la plus grande espèce du genre; il se trouvait répandu sur toute l'Europe pendant l'époque miocène supérieure; on a recueilli à Delsberg et à la Chaux-de-Fonds de belles dents de cet animal; il habitait donc autrefois notre pays.

Le genre Rhinocéros est le plus riche de l'ordre de nos Pachydermes tertiaires; il compte 5 espèces dont les plus communes sont le Rhinoceros incisivus et le Rh. minutus Cuv.; dans plusieurs localités, elles se rencontrent depuis les lignites inférieurs (Hohe-Rhonen et Rufi) jusqu'à la mollasse supérieure d'eau douce (Elgg et la Chaux-de-Fonds).

La première avait la grosseur des Rhinocéros indiens; mais elle s'en distingue par de grandes incisives, par son nez petit, étroit et sans corne et par ses orbites de faible dimension. Le Rh. minutus n'avait probablement pas de corne non plus, mais il était beaucoup plus petit; en revanche, le Rh. Goldfussi, qui fait aussi partie des Rh. sans corne, dépasse en grandeur le Rhinocéros des Indes. — On a découvert des dents de cette espèce dans les lignites de Hohe-Rhonen et une belle mâchoire inférieure dans le sentier qui mène de Röthel à Weid (près de Wipkingen). — On a recueilli dans les grès d'Engehalde, près de Berne, les

crânes (actuellement dans le Musée de Berne) de deux autres espèces d'assez grande taille : le Rh. gannatensis Duv., et Rh. sansaniensis Lart., qui gisaient, chose curieuse, l'un à côté de l'autre dans le même bloc.

Le genre Anchiterium, dont nous avons signalé les formes chevalines dans la faune éocène (page 321), sert de transition aux types précédents. Dans l'étage supérieur de la mollasse (Elgg et Vermes), on a rencontré l'A. aurelianense Cuv. sp. Avec lui se trouve le genre Hipparion, assez semblable à notre Cheval, mais plus svelte et plus gracieux ; il se distingue de lui par l'émail des dents à plis plus finement ondulés et par deux doigts latéraux rudimentaires. Le doigt du milieu formait le sabot et les deux autres ne touchaient pas à terre.

Notre espèce, Hipparion gracile Kaup, sp. tient pour la taille le milieu entre le Cheval et l'Ane ; il a été trouvé dans la mollasse marine de la Tour de la Molière, de Schnottwyl (canton de Soleure), des environs de Sainte-Croix et à la Chaux-de-Fonds. Pendant l'époque miocène supérieure, il était répandu dans l'Europe moyenne, et vivait probablement en troupes, car dans plusieurs endroits on rencontre des gisements considérables d'os de cet animal.

Nous avons vu que les analogues de nos Tapirs, de nos Éléphants, de nos Rhinocéros et de nos Chevaux étaient fort nombreux ; le groupe des Porcs renfermait un nombre d'espèces plus considérable encore ; on en compte 11 indigènes appartenant à 6 genres. Cette richesse nous dit assez que les forêts et les marais fournissaient une abondante nourriture, ce qui permit à la faune de prendre le grand développement que nous constatons. Deux espèces peuvent être réunies au genre Sus vivant actuellement. On a recueilli dans les lignites de Niederutzweil dans le Toggenburg un bel appareil masticateur du Sus wylensis Myr. ; une seconde espèce, Sus abnormis Kaup, a été signalée dans les lignites d'Elgg.

Les autres espèces appartiennent à des genres éteints, mais qui cependant se rapprochent en partie des genres vivants, ainsi, l'Hyopotamus

dont une espèce, l'H. borbonicus Gerv., a été découverte dans les grès d'Aarwangen; elle est fort semblable à notre Cochon. La tête est terminée par un groin long et mince, et la mâchoire inférieure a une lougue barre. On peut comparer le Palæochœrus typus Pom. d'Aarwangen avec le Pecari d'Amérique (Dicotylus) et l'Hyotherium avec le Babyrussa des Indes, qui se fait remarquer par ses canines fort longues et recourbées en arrière. L'Hyotherium Sömmeringi Myr. qui avait la grosseur de notre Sanglier, a été trouvé dans la mollasse supérieure d'Elgg et de la Chaux-de-Fonds; il est moins abondant cependant que l'H. Meissneri Myr. qui apparaît déjà dans la mollasse d'eau douce inférieure d'Aarwangen et d'Aarberg ; mais il vivait encore dans notre pays pendant l'époque de la mollasse supérieure (Käpfnach). C'est seulement dans cet étage qu'on a trouvé (Käpfuach et Niederutzwyl) l'H. medium Myr. — Le genre le plus important de ce groupe est l'Anthracotherium, appelé ainsi parce qu'autrefois ses restes n'avaient été recueillis que dans les lignites; il renferme les plus grands animaux du groupe. — L'A. magnum Cuv. avait la grosseur d'un Bœuf et le port d'un Cochon, une tête longue, étroite à la partie antérieure et un groin allongé avec de grandes incisives projetées en avant, comme chez notre Porc; il possédait de fortes défenses à racines profondes, recourbées, et qui ressemblaient au boutoir de notre Sanglier. Sept molaires tuberculeuses sur chaque côté de la mâchoire, séparées des canines par une courte barre. — Les restes de cet animal remarquable ont été recueillis dans les localités suisses suivantes : les lignites de Rochette, de la Conversion au-dessus de la Paudèze où MM. les Drs Ph. De la Harpe et Ch. Gaudin ont retrouvé les restes d'une dizaine d'individus. — On y a trouvé un squelette presque complet. Cet animal a dû être commun dans les marais de la Paudèze. Cependant il n'est pas restreint à cet étago mollassique, car on a découvert aussi ses dents dans la mollasse de Schangnau (canton de Berne), qui appartient à notre troisième étage.

Le professeur Morlot a recueilli dans les grès d'Aarwangen une seconde espèce, l'A. hippoideum Rütim., qui est un peu plus petite que la

précédente, et se distingue par ses molaires à tubercules plus pointus et à plis plus tranchants, ainsi que par ses incisives qui se rapprochent de celles du Cheval. — Une troisième espèce, beaucoup plus petite encore, l'A. minimum Cuv., n'a été rencontrée jusqu'ici que dans les lignites de Rochette et de la Paudèze.

Ces Anthracotherium se rapprochent des Carnassiers par la forme de leurs premières molaires, car elles sont effilées comme chez ces derniers, tandis que la conformation des molaires postérieures indique un Herbivore. — Il est probable que leur nourriture était moitié animale et moitié végétale et qu'ils étaient Omnivores comme nos Porcs.

L'ordre des Ruminants ne nous avait été annoncé pendant l'époque éocène que par quelques espèces; l'époque miocène en revanche nous en fournit un fort contingent. Le groupe des Anoplotherium, qui forme la transition aux Pachydermes, existe encore, mais sous d'autres genres. L'Anoplotherium est remplacé par le grand Chalicotherium (Ch. antiquum Kaup); c'est un animal qui a la même conformation dentaire, mais qui ne possède que 6 molaires à chaque mâchoire. Il avait la grandeur du Rhinocéros indien, et vivait dans les marais de la mollasse inférieure. Les lignites de Hohe-Rhonen nous ont conservé ses restes.

Les gracieux Dichobune de l'époque éocène (p. 323) ont disparu pour faire place aux Microtherium. — Ce sont de petites bêtes, plus petites que les Lapins, avec une tête ronde par derrière et allongée en avant par un museau à courte pointe ; la conformation de leurs dents ressemble beaucoup à celle des Moschns; mais ils rappellent beaucoup les Pachydermes par le nombre des dents et les os des pieds. On en connaît chez nous deux espèces : le M. Renggeri Myr. d'Aarau, et le M. Cartieri Myr. d'Aarwangen.

Vient ensuite la famille des Cervina, dont 10 espèces demeuraient dans notre pays. — Nous y voyons le Moschus aurelianensis Lart. trouvé à la Chaux-de-Fonds, et qui a beaucoup d'analogie avec le M. aquaticus Ow., espèce africaine; il se rapproche du genre Dorcatherium par ses canines longues et proéminentes; mais il a 7 molaires à la mâ-

choire inférieure (comme à la mâchoire supérieure), tandis que le Moschus n'en a que 6. — Le Dorcatherium Naui avait la grandeur du Chevreuil, mais il était plus élancé et avait le port du Cerf musqué. Ses dents ont été recueillies au Bucheggberg et à Elgg. — Le genre principal est formé par les Cerfs. On rencontre déjà le Cervus medius Myr. sp. dans les lignites inférieurs (Hohe-Rhonen); cependant ce genre ne reçoit son plein développement que dans la mollasse supérieure où nous rencontrons sept espèces; la plus commune est le Cervus Scheuchzeri Myr. sp. *, qui apparaît fréquemment dans les trois étages supérieurs de notre mollasse; il vivait dans toute l'Europe à l'époque miocène. — On l'a trouvé également en Allemagne, en France et en Espagne. — Il occupait donc la même place alors que le Cerf commun dans notre faune actuelle, mais il était plus petit et atteignait à peine la taille du Chevreuil.

Le C. eminens Myr. sp. a été découvert dans la carrière inférieure d'Oeningen; il avait la grosseur du Cerf commun, si l'on peut en juger par les molaires seules qui ont été retrouvées. Une troisième espèce, le C. Nicoleti Myr. sp., observé à la Chaux-de-Fonds, était encore plus grand. — Les autres espèces, C. medius Myr. sp., C. minor Myr. sp. et C. lunatus Myr. n'ont pu être déterminées que par quelques dents qui ne permettent pas de les comparer aux Cerfs vivants **. Käpfnach a fourni également quelques dents fort semblables à celles des Cerfs, mais d'une conformation plus délicate; elles ont donné lieu à la création d'un genre spécial (Orygotherium Escheri Myr.).

La famille des Ruminants à cornes creuses, à laquelle appartiennent

* Il a été tout dernièrement décrit et figuré avec soin par M. le Prof. Dr O. Fraas. Voy. die Fauna von Steinheim, p. 34. Ce savant a démontré que ce Cerf portait des bois courts et ramifiés, d'où le nom de Cervus furcatus.

** H. de Meyer a séparé toutes les espèces ci-dessus (à l'exception du C. lunatus) du genre Cervus et les a réunies au genre Palæomeryx, parce que les molaires postérieures sont munies d'un rebord spécial qui manque aux Cervus; on ne peut dire encore avec certitude s'il était ou non pourvu de bois, ses rapports avec les genres Cervus et Moschus étant encore incertains.



les Gazelles, les Antilopes, les Chèvres, les Bœufs et les Moutons, n'a pas été jusqu'ici rencontrée dans notre mollasse; dans le reste de l'Europe les Antilopes seuls apparaissent sur la scène tertiaire. Cependant le grand nombre des Coléoptères coprophages dont nous avons parlé (page 445) porterait à croire que cette classe de Mammifères a habité notre pays.

Les Rongeurs qui se nourrissent principalement de produits végétaux étaient petits pour la plupart, avec des incisives sans racines, pas de canines et peu de molaires, séparées des dents antérieures par une forte barre. Les espèces de nos régions tertiaires ne se font remarquer ni par leur grosseur ni surtout par des formes étrangères aux types actuels. On n'a pas encore rencontré chez nous des espèces rappelant nos Souris et nos Rats, et la famille spéciale des Murides répandue actuellement sur la surface entière du globe manque complétement à notre faune miocène; en revanche, on trouve des représentants des familles d'Écureuils, de Lièvres, de Lagostomi et de Castors; un Écureuil, le Sciurus Bredai Myr., a été conservé à Oeningen; il paraît être assez semblable à l'espèce qui vit actuellement dans nos forêts. On a trouvé à Vermes le Brachymys ornatus Myr., qui appartiendrait à la famille des Sciurina.

Les Leporina sont représentés par le genre Lagomys qui diffère des Lièvres proprement dits (genre Lepus) en ce qu'il manque de queue et que ses oreilles sont courtes. Les animaux de ce genre vivent actuellement dans le sud de la Sibérie, dans la Mongolie et dans le nord de l'Amérique; ils s'y creusent des terriers comme les Lapins et y accumulent de grandes quantités de plantes sèches. Les espèces miocènes diffèrent en plusieurs points des espèces vivantes, et forment le groupe particulier des Myolagus Hens. qui se rapprochent des Lièvres proprement dits. — La mollasse supérieure en renferme deux espèces qui ne sont pas rares : le Lagomys œningensis Myr., un peu plus petit que le Lapin, se rencontre aussi à Elgg; c'était le Mammifère le plus commun de cette localité; la seconde espèce L. Meyeri Tsch., qui se trouve à Oeningen et

à Vermes, était plus petite que le Lapin de la moitié environ; ses pieds étaient déliés et les dernières phalanges des doigts étaient plus minces; les autres caractères étaient ceux du précédent.

La famille des Lagostomi est restreinte actuellement à l'Amérique du Sud; ce sont des animaux assez hauts de taille avec de grandes oreilles et de petits pieds antérieurs; mais les postérieurs sont forts et la queue est garnie de longs poils; leur fourrure est très-douce et soyeuse. Notre pays possédait environ quatre espèces de ces Lagostomi. L'Archæomys chinchilloides Gerv. et l'A. Laurillardi Gerv. d'Aarwangen ressemblent tellement au Chinchilla du Pérou dont la fourrure est recherchée, que c'est presque à tort qu'on en a fait un genre spécial. Le genre Issiodoromys, avec une espèce, le I. pseudonœma Croiz. d'Aarwangen, et le genre Theridomys, avec une espèce, le Th. Blainvillei Gerv. de la même localité, et une autre encore provenant de Rochette, complètent la liste des animaux appartenant à cette famille. — Les incisives des Theridomys sont lisses, et les molaires de la mâchoire inférieure ont de chaque côté un repli qui les divise en deux lobes.

Les Castors nous fournissent deux espèces de Chalicomys; ce genre se distingue des Castors ordinaires par la forme des racines dentaires et par le plissement de l'émail. — Le Ch. Jægeri Kaup, la plus grande de ces espèces, doit avoir beaucoup ressemblé au Castor actuel; mais il était un peu plus petit (environ de $^1/_6$ à $^1/_{10}$) et avait des molaires plus étroites. — C'est le Mammifère le plus commun de Käpfnach près d'Horgen; il devait y en avoir de nombreuses tribus dans les marais tourbeux de cette localité. La seconde espèce, le Ch. minutus Myr., de moitié plus petit que notre Castor, peut à peine se distinguer du Ch. Eseri Myr. Il est beaucoup plus rare que le Ch. Jægeri, mais n'est pas restreint à la mollasse supérieure; on le reucontre déjà dans les lignites de Hohe-Rhonen et de Rochette.— On le trouve aussi dans ceux d'Elgg; il a habité notre pays pendant toute l'époque mollassique.

Nous ne connaissons que six espèces de Carnassiers à opposer à cette quantité d'Herbivores. — Notre mollasse n'a pas encore présenté d'ani-

maux qu'on puisse comparer à l'Ours et au Loup; mais il en est plusieurs qui rappellent les Hyènes, les Loutres et les Civettes.

L'animal le plus grand et le plus remarquable de cet ordre qui ait habité notre pays est l'Hyænælurus Sulzeri Bied., qui a été découvert par le Dr Biedermann dans la mollasse de Veltheim. — A en juger par la grandeur de la mâchoire et des dents, il devait être beaucoup plus grand que le Tigre du Bengale; il se distinguait principalement par la barre très-prononcée qui sépare ses puissantes canines des premières molaires. — Par la conformation de la mâchoire inférieure, il a de l'analogie avec le Tigre, tandis que sa mâchoire supérieure le rapproche des Hyènes*.

Le genre Hyænodon possède aussi des caractères communs aux Hyènes et aux Félins, tout en ayant quelques traits de ressemblance avec les Marsupiaux. Les grès d'Aarwangen renferment les restes d'une espèce de ce genre. Un animal parent du Chien, l'Amphicyon intermedius Myr., a été trouvé dans les lignites de Hohe-Rhonen; un autre est assez semblable à la Loutre pour la taille et le port, c'est le Potamotherium Valetoni Geoffr. d'Elgg qui était aquatique et un peu plus élancé. — Le Trochictis carbonaria Myr. de Käpfnach et d'Elgg rappelle notre Belette, quoiqu'à beaucoup d'égards il tienne du Blaireau.

Le genre Galecynus forme également un trait d'union entre deux genres vivants, le Chien et la Civette. — On a découvert à Oeningen un squelette presque complet du G. palustris Myr. sp. Cet animal avait la taille du Renard; il se rapprochait du Chien pour la forme des dents et avait, outre une grosse queue, les pieds, les doigts et les molaires tuberculeuses de la Civette.

L'ordre des Quadrumanes que nous avons déjà rencontré dans la for-

* Chez les Carnassiers, une des molaires est pourvue d'une arête tranchante; cette molaire est beaucoup plus grosse que les autres; on la nomme carnassière ou dominante. Les molaires antérieures se nomment fausses-molaires ou prémolaires et les postérieures arrières-molaires ou tuberculeuses. Les Hyænælurus ont comme les Hyènes 5 molaires à la mâchoire supérieure, et seulement 3 à l'inférieure, comme le Tigre (tandis que la Hyène en a 4).

mation éocène (bohnerz) ne manque pas non plus dans la mollasse. Le musée de Winterthour possède une belle mâchoire de Singe munie de ses dents ; elle a été trouvée dans les lignites d'Elgg. La Pl. XI, fig. 4, reproduit cette mâchoire d'après le professeur Rütimeyer qui m'en a obligeamment communiqué le dessin ; on y reconnaît 4 incisives (a) ; les deux antérieures (a 1) sont un peu plus grandes que les deux latérales (a 2). Les canines (b) ne dépassent que peu les autres dents ; leur forme générale est conique ; elles sont légèrement conniventes vers la pointe ; leur face extérieure est arrondie, mais les deux faces latérales sont cependant aplaties, faiblement concaves, et forment une arrête longitudinale vers l'intérieur de la bouche ; quant aux 5 molaires à trois racines que possédait probablement cet animal, il ne nous en est parvenu que trois d'un côté (c) et trois et demie de l'autre ; les deux premières (nommées fausses molaires) sont munies sur leur bord relevé de deux tubercules et la troisième de quatre, tandis que le centre est déprimé. Ces caractères de dentition indiquent à n'en pas douter un Singe de la famille des Catharrhiniens. D'après les récentes recherches de M. le professeur Rütimeyer, cette mâchoire a une analogie complète avec la mâchoire inférieure que M. Lartet a découverte à Sansan, près d'Auch (département du Gers), et doit se rapporter à la même espèce*. M. Gervais en a fait un genre spécial éteint, le Pliopithecus ; tandis que M. Rütimeyer, qui dès l'abord était de l'opinion de M. Lartet, estime qu'il ne doit pas être séparé du Gibbon indien (Hylobates) ; en tous cas, ces Singes sans queue et à bras longs sont les animaux vivants avec lesquels il a le plus d'analogie. Les Gibbon représentent avec l'Orang-Outang, le Chimpanzé et le Gorille, les Quadrumanes les plus développés ; on en connaît une

* Le Dr Biedermann l'a séparé (sous le nom de Pliopithecus platyodon) de l'espèce française, parce que les molaires sont un peu plus larges, mais l'échantillon découvert par Lartet appartient à une mâchoire inférieure et celui d'Elgg à une supérieure. Chez les Gibbons vivants, les molaires de la mâchoire supérieure sont aussi plus larges que celles de l'inférieure, en sorte que cette différence de largeur ne peut servir de base à une distinction.

demi-douzaine d'espèces qui habitent les îles de la Sonde, Siam et l'Indostan; elles acquièrent une taille de 1 à 3 ½ pieds. D'après M. Rütimeyer, notre Gibbon primitif (Hylobates antiquus Lart. sp.) serait un proche parent du Siamang (Hylob. syndactylus Rofl. sp.) de Sumatra *. Ce dernier, disent MM. Lartet et Vrolik, est un Singe qui par les caractères ostéologiques se rapprocherait plus de l'homme que le Chimpanzé et l'Orang; il n'est donc pas sans intérêt d'étudier de près son mode de vivre et ses particularités; en effet, son congénère primitif, qui était, autant que nous pouvons le savoir, l'être le plus relevé de cette antique époque, devait probablement avoir les mêmes mœurs que lui.

La fig. 324 représente le Siamang; couvert de poils noirs il atteint une taille de 3 ½ pieds, c'est-à-dire ⅕ de plus que l'espèce primitive. — Des voyageurs dignes de foi ont donné sur cet animal d'intéressants détails. Duvaucel ** raconte « qu'il est très-commun dans les forêts « de Sumatra. On trouve ordinairement, dit-il, les Siamangs rassem- « blés en troupes nombreuses, conduites, dit-on, par un chef que les « Malais croient invulnérable, sans doute parce qu'il est plus fort, plus « agile et plus difficile à atteindre que les autres. Ainsi réunis, ils « saluent le soleil à son lever et à son coucher par des cris épouvantables « qu'on entend à plusieurs milles et qui de près étourdissent lorsqu'ils ne « causent pas l'effroi. C'est le réveil-matin des Malais montagnards, et « pour les citadins qui vont à la campagne c'est une des plus insupporta- « bles contrariétés.

« Par compensation, ils gardent un profond silence pendant la journée, « à moins qu'on n'interrompe leur repos ou leur sommeil. Ces animaux « sont lents et pesants; ils manquent d'assurance quand ils grimpent et « d'adresse quand ils sautent, de sorte qu'on les atteint toujours quand on

* D'après Rütimeyer, il s'en distingue par ses dents quadrangulaires plus massives et plus serrées, par les incisives moyennes de la mâchoire supérieure relativement plus grandes, et conséquemment, par les incisives latérales de la mâchoire inférieure relativement plus grandes, enfin par une taille générale plus exiguë.

** D'après F. Cuvier, Hist. nat. des Mammifères par Geoffroy et F. Cuvier.

Fig. 324.



Fig. 324. Le **Siamang** (Hylobates syndactylus Raff. sp.) dessiné au $^1/_8$ de la gr. nat. d'après un exemplaire provenant de Sumatra, appartenant au musée de Zurich.

« peut les surprendre. Mais la nature, en les privant des moyens de se « soustraire promptement aux dangers, leur a donné une vigilance qu'on « met rarement en défaut, et s'ils entendent à un mille de distance un « bruit qui leur soit inconnu, l'effroi les saisit et aussitôt ils fuient. Lors- « qu'on les surprend à terre, on les saisit sans résistance, soit que la « crainte les étourdisse, soit qu'ils sentent leur faiblesse et l'impossibilité « d'échapper. Cependant, ils cherchent d'abord à fuir, et c'est alors qu'on « reconnaît toute leur imperfection pour cet exercice. Leur corps, trop « haut et trop pesant pour leurs cuisses courtes et grêles, s'incline en « avant, et leurs bras faisant l'office d'échasses, ils avancent par saccades « et ressemblent ainsi à un vieillard boiteux à qui la peur ferait faire un « grand effort.

« Quelque nombreuse que soit la troupe, celui qu'on blesse est abandonné par les autres, à moins que ce ne soit un jeune individu. Sa mère alors qui le porte ou le suit de près, s'arrête, tombe avec lui et pousse des cris affreux en se précipitant sur l'ennemi la gueule ouverte et les bras étendus. Mais on voit bien que ces animaux ne sont pas faits pour combattre, car alors même ils ne savent éviter aucun coup et n'en peuvent porter un seul. Au reste, cet amour maternel ne se montre pas seulement dans le danger, et les soins que les femelles prennent de leurs petits sont si tendres, si recherchés qu'on serait tenté de les attribuer à un sentiment raisonné. C'est un spectacle curieux, dont à force de précautions j'ai pu jouir quelquefois que de voir les femelles porter leurs jeunes enfants à la rivière, les débarbouiller malgré leurs plaintes, les essuyer, les sécher et donner à leur propreté un temps et des soins que dans bien des cas nos propres enfants pourraient envier.

« La servitude, quelle que soit sa durée, ne paraît modifier en rien les défauts caractéristiques de ce Singe, sa stupidité, sa lenteur, sa maladresse. A la vérité, il devient en peu de jours aussi doux qu'il était sauvage; aussi privé qu'il était farouche; mais toujours timide, on ne lui voit jamais la familiarité qu'acquièrent bientôt les autres espèces du même genre, et sa soumission paraît tenir plutôt à son extrême apathie qu'à un degré quelconque de confiance ou d'affection. Il est à peu près également insensible aux bons et aux mauvais traitements; la reconnaissance, la haine, paraissent être des sentiments étrangers à ces machines animées. Tous leurs sens sont grossiers; s'ils fixent un objet, on voit que c'est sans intention; s'ils y touchent, c'est sans le vouloir. Le Siamang en un mot est l'absence de toute faculté, et si l'on classe les animaux d'après leur intelligence, celui-là occupera sûrement une des dernières places. Le plus souvent accroupi, enveloppé de ses longs bras, et la tête cachée entre ses jambes, position qu'il a aussi en dormant, le Siamang ne fait cesser son immobilité et ne rompt le silence qu'en poussant par intervalles un cri désagréable, assez approchant de celui du Dindon, mais qui ne paraît motivé par aucun sentiment, par aucun besoin et qui en

« effet n'exprime rien ; la faim elle-même ne peut le tirer de sa léthargie « naturelle ; en esclavage, il prend les aliments avec indifférence, les porte « à sa bouche sans avidité et se les voit enlever sans étonnement. Sa ma- « nière de boire est en harmonie avec ses autres habitudes ; elle consiste « à plonger ses doigts dans l'eau et à les sucer ensuite. »

Les voyageurs modernes sont parfaitement d'accord avec Duvaucel sur tous les traits de ce portrait, et c'est ainsi que G. Bonnet nous le représente. L'Ungko (Hylobates agilis), parent du précédent, est au contraire beaucoup plus vif ; il monte sur les arbres avec une agilité remarquable, mais sur le sol plat il a une démarche chancelante et incertaine, quoiqu'il sache se diriger en droite ligne. D'après le Dr Müller, les Gibbon habitent les montagnes, mais dépassent rarement la limite des Figuiers. Pendant le jour ils se tiennent sur la cime des arbres élevés ; le soir venu, ils descendent par troupes vers le pays ouvert, mais dès qu'ils aperçoivent des hommes ils s'élancent vers les pentes rocheuses et se cachent dans l'ombre des vallées. Leur nourriture consiste en produits végétaux, surtout en fruits ; ils mangent cependant aussi des Insectes et des Lézards.

Outre le Gibbon primitif, l'Europe miocène nous offre encore deux Singes, le Dryopithecus Fontani Lart., et le Semnopithecus pentelicus Wagn. sp. Le premier a été trouvé d'abord à Sansan, puis dans l'Alpe souabe ; il n'est donc pas impossible qu'on le rencontre un jour aussi dans notre pays. Le second a été découvert à Pikermi dans l'Attique où on a recueilli une grande quantité de débris qui lui appartiennent et un squelette complet. Il fait partie de la catégorie des Singes indiens à longue queue (Chats de mer) et ressemble tout à fait à l'Hulhmann (Semnopithecus Entellus).

Le Dryopithecus, qui atteint la grandeur de l'Orang et du Chimpanzé, a été classé par M. Lartet dans un genre spécial ; mais il paraît qu'il est proche parent du Gibbon, autant du moins qu'on peut en juger par les débris très-incomplets qui nous sont parvenus.

Une faune aussi riche que celle que nous venons de passer en revue de-

vait nécessairement être accompagnée d'une abondante végétation; nous en avons fait mention plus haut. On peut se demander cependant si entre ces animaux supérieurs et le monde végétal il existait les mêmes relations qu'entre celui-ci et la faune entomologique? La réponse est difficile, car la plupart des Mammifères ne vivent pas exclusivement de telle ou telle plante, et si dans les pâturages ils font un certain choix et préfèrent telles ou telles herbes ou tels ou tels arbres, ils ne s'en nourrissent cependant pas exclusivement. Dans le cas qui nous occupe, les nombreux Cerfs et les Chevaux de notre pays mollassique rencontraient une nourriture abondante dans les prairies des vallées et dans les taillis. Nous en tirerons seulement cette conclusion à laquelle nous sommes déjà arrivés, que le sol était couvert d'herbes et de Graminées; mais nous ne pouvons recueillir aucun document certain sur le genre de ces plantes. Nous avons vu à propos des Porcs que ces inductions étaient plus faciles à tirer, car ces animaux apparurent en grand nombre et avaient une taille considérable. Ils recherchaient saus doute les forêts de Chênes si abondantes en espèces dans notre pays mollassique, car ces arbres avaient pour la plupart un feuillage toujours vert et produisaient des fruits pendant une bonne partie de l'année; mais il y avait d'autres arbres tels que les Figuiers, les Myrtes, les Jujubiers, les Cratægus, les Noyers et plusieurs Légumineuses que nous avons déjà mentionnées et dont les fruits ont assurément aussi servi à leur nourriture. — Les nombreuses larves d'Insectes qui demeuraient dans les terrains marécageux des forêts, les Nymphes de beaucoup de Mouches et de Bibion (page 485), qui formaient la plus grande partie des Mouches miocènes, leur fournirent aussi des proies abondantes.

Le sol des forêts qui, d'après la végétation, était humide et marécageux, devait être favorable aux Tapirs et aux Rhinocéros, car nous savons que leurs représentants actuels recherchent volontiers ce genre de localités. — Ainsi, les Sangliers aiment les forêts d'arbres feuillus, humides et bourbeuses; les Tapirs recherchent le bord des fleuves et des lacs et se plongent volontiers dans l'eau; quant aux Rhinocéros, ils ha-

bitent de préférence les bas-fonds marécageux. Les racines charnues des genres Nymphæa et Nelumbium, des Iris et des Cypéracées à racines tuberculeuses (Cyperus Braunii Hr.) ont sûrement fourni aux Tapirs de cette époque reculée la même nourriture qu'y trouvent nos Tapirs.

La flore de notre pays mollassique a fourni aussi d'abondantes provisions aux Rongeurs. Les Écureuils trouvaient une riche récolte de cônes de Pin et de Sapin, de noix et de noisettes; les Lagomys et les Chinchilla cherchaient leur nourriture dans les bois, tandis que les Castors établissaient sans doute leurs colonies sur les bords des lacs où croissaient les Saules, les Bouleaux, les Aunes et les Peupliers; l'écorce de ces arbres les nourrissait, tandis que le bois leur servait de matériaux de construction pour leurs digues et leurs maisons.

Quant aux Singes, ils cueillaient les noix, les amandes, les jujubes, les figues et les fruits des Caroubiers (Ceratonia) et des Palmiers. A cette époque, le Riz et les Panicées croissaient également et fournissaient aux animaux un aliment riche en farine.

La table des Insectivores, ainsi que nous l'avons vu, était largement pourvue d'Insectes; les Potamotherium trouvaient dans les fleurs et dans les lacs des proies abondantes; quant aux Hyènes, aux Civettes, aux Tigres, la forêt leur fournissait copieusement de quoi satisfaire leurs appétits carnassiers.

Nous avons remarqué (p. 365) que pendant l'époque miocène, des modifications assez importantes avaient dû sans aucun doute se produire dans la flore de notre pays; il serait intéressant de savoir si ces modifications se sont étendues en quelque mesure aussi à la faune. Il en fut ainsi, selon toute apparence, mais les matériaux nous manquent malheureusement pour en obtenir des preuves certaines. Nous ne connaissons de la faune entomologique à peu près que ce que nous en a conservé la mollasse supérieure; il en est de même pour les Poissons et les Reptiles; quant aux Mollusques, ils ne nous offrent encore que peu de points de repère assurés. Les Mammifères cependant seraient plus affirmatifs. Nous ne connaissons, il est vrai, du premier étage du tongrien suisse qu'une

espèce de Sirène ou Manatus; mais cet étage, en d'autres pays, est occupé aussi par les Anthracotherium qui chez nous sont caractéristiques de l'aquitanien; ils se rencontrent toutefois jusqu'au troisième étage. Les animaux suivants appartiennent exclusivement à notre second étage: Palæotherium Schinzii, Anthracotherium minimum, Chalicotherium antiquum et Amphicyon intermedius. Ceux du troisième sont: les Rhinoceros gannatensis et sansaniensis, Hyopotamus borbonicus, Anthracotherium hippoideum, des espèces de Microtherium et d'Archæomys, Theridomys Blainvillei et Issiodoromys pseudonœma; l'étage œningien possède exclusivement le Dinotherium giganteum, Listriodon splendens, Anchiterium aurelianense, Sus wylensis, S. abnormis, Hyotherium Sommeringii, Cervus lunatus, eminens, Bojani, Nicoleti, Moschus aurelianensis, les Lagomys, Brachymys ornatus, Sciurus Bredai, Didelphys Blainvillei, Hyænælurus Sulzeri, Galecynus palustris, Potamotherium Valetoni, Trochictis carbonaria et Hylobates antiquus. On n'a donc trouvé jusqu'ici que quatre espèces spéciales au second étage, vingt au troisième et vingt-deux au cinquième. — Six espèces occupent tous les étages depuis l'aquitanien jusqu'à l'œningien, ce sont: Rhinoceros incisivus, Goldfussii, minutus, Tapirus helveticus, Chalicomys minutus et Cervus medius. — En général la distribution des espèces dans les différents étages présente un mélange très-varié, surtout lorsqu'on tient compte de leur apparition dans d'autres contrées de l'Europe. Il ne faut du reste pas oublier que plusieurs espèces ne nous sont connues que par un individu ou même une fraction d'individu et qu'elles ne peuvent être par conséquent d'un grand poids dans nos conclusions.

Les animaux dont l'area était très-étendue ont une bien plus grande importance; nous voyons par eux que dans les premiers temps de la formation mollassique de grands Anthracotherium, des Rhinoceros, des Tapirs, des Cerfs habitaient notre pays; les Anthracotherium disparurent avec la mollasse inférieure d'eau douce, au lieu que les autres se maintinrent pendant que le pays était submergé par la mer, et réapparurent durant la mollasse d'eau douce supérieure. Les Mastodontes se voient

pour la première fois dans le troisième étage, comme le prouvent les restes entraînés dans la mer depuis le Lindenbühl; mais ce n'est que dans le cinquième étage qu'ils prennent leur entier développement. Dans ce même étage nous rencontrons pour la première fois les Dinotherium et les Lagomys *.

IIme PARTIE. FAUNE MARINE.

Quoique la mer pendant l'époque mollassique n'ait pas joué un rôle aussi important pour l'histoire géologique de notre pays que pendant les époques précédentes, elle a cependant envahi à plusieurs reprises les plaines suisses et y a laissé de nombreuses traces de son passage.

A trois reprises différentes, elle recouvrit quelques portions de notre pays et forma les dépôts dont nous avons parlé, p. 342; ainsi, nous rencontrons un premier gisement de mollasse marine, le tongrien, restreint au canton de Bâle et au Jura bernois, puis un second le long des frontières nord du canton de Bâle jusqu'au Randen, dessinant ainsi une étroite bande de terrain; puis une troisième comprenant la mollasse marine dite helvétien. Les faunes de ces divers gisements, ayant plusieurs particularités, nous devons nous y arrêter quelque temps.

I. FAUNE MARINE DU TONGRIEN.

La mer qui couvrait le nord-ouest de la Suisse pendant l'époque tongrienne formait le bras le plus méridional du golfe alsacien. Celui-ci

* Lartet (Bullet. de la Soc. géol. de France, XVI, 1859) et le prof. Suess (Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Wien, 1863) comptent trois faunes miocènes de Mammifères : 1° celle des Anthracothériens ; 2° celle du Mastodon angustidens et M. tapiroides ; 3° celle du M. longirostris. Cette dernière paraît nous manquer. Mais en attribuant à la 3e faune le Dinotherium giganteum, l'Hipparion gracile et le Rhinoceros incisivus, Suess a oublié qu'ils se recontrent chez nous, et même que le Rhinocéros existait déjà pendant le second étage ; ces animaux ne peuvent donc pas servir à caractériser sa troisième faune.

était lui-même en communication avec l'Océan qui s'étendait sur le nord de l'Allemagne, la Belgique et le nord de la France. Nous devons donc nous attendre à voir la faune de nos localités en harmonie avec celle de cet océan, et c'est en effet ce qui a lieu. Jusqu'à présent on a recueilli chez nous quelques Polypiers, quelques Polythalamiens, 62 espèces de Mollusques * et plusieurs Vertébrés. On retrouve ailleurs parmi les Mollusques : 47 espèces dans le tongrien, 31 dans l'aquitanien, 3 dans le grès coquillier, et 8 dans les formations éocènes les plus récentes. La plupart des espèces sont identiques à celles du tongrien, surtout à celles des étages inférieurs du bassin de Mayence et des grès de Fontainebleau; beaucoup de ces espèces se rencontrent aussi dans l'aquitanien de France; mais fort peu sont communes à notre mer miocène moyenne. — Notre faune n'en a de même qu'un petit nombre en commun avec la mer éocène.

Toutes les espèces de Mollusques sont différentes de celles qui vivent actuellement; en revanche, tous les genres se retrouvent dans nos mers. Les Céphalopodes, si nombreux précédemment, manquent ici, et les Brachiopodes n'ont que deux espèces : Terebratula opercularis Sow. et Terebratulina polydichotoma May. Parmi les Univalves, les Cérithies ont joué le rôle le plus important, car elles fournissent 9 espèces, au nombre desquelles : C. Bablayei Desh., C. Lamarki Br., C. lima Br., C. plicatum Lam., C. dentatum Desf.; les Pleurotoma nous donnent quatre espèces, entre autres : Pl. belgica Goldf. et Pl. Parkinsoni Desh.; les Natices trois : N. Nysti Orb., N. crassatina Lam. et N. Hantoniensis Sow., auxquelles viennent encore s'ajouter quelques espèces de Patelles, de Mélanies, M. semidecussata Lam., de Trochus et de Murex.

Les Huîtres appartiennent aux Bivalves les plus communs; on en rencontre des gisements immenses où l'on reconnaît trois espèces : Ostrea

* Les Mollusques de notre mer tertiaire ont été examinés et décrits avec beaucoup de soin par M. Karl Mayer. Je dois à ce savant consciencieux un tableau des Mollusques tertiaires portant les espèces découvertes jusqu'ici dans les différents étages marins de notre mollasse. C'est sur cette liste que sont basés les chiffres cidessus.



callifera Lam., O. cyathula Lam. et O. longirostris Lam. La grande O. callifera s'était établie en bancs considérables à Stetten (dans les environs de Bâle) sur l'oolithe du Jura qui y formait le fond de la mer tongrienne. Nous rencontrons des bancs analogues près de Develier et sur un des flancs du Mettenberg, dans le Delsberg, tandis que près de Neucul c'est l'O. cyathula qui domine. Parmi tous les autres Bivalves, nous distinguons les Lucina : L. Heberti Desh., L. squamosa Lam., L. undulata Lam., L. tenuistriata Heb.; les Pectunculus : P. obovatus Lam., P. angusticostatus Lam.; les Cardium : C. Raulini Desh., C. tenuesulcatum Nyst.; les Cyrènes : C. semistriata Desh.; les Cythères : C. incrassata Sow., C. splendida Mer.; les Tellines, les Pholadomies et les Lithodomies qui fournissent les espèces les plus communes. On doit peut-être rapporter à des Vers de longs fils annelés et cylindriques trouvés sur les schistes de Troistorrents (fig. 325).

Nous trouvons comme restes d'animaux supérieurs de nombreuses dents de grands Squales et les os d'une Sirène. Le Carcharodon megalodon Ag. est un Squale dont les dents à bords crénelés ont 6 pouces de longueur; on a calculé d'après cela que la longueur totale de l'animal devait être de 85 pieds, c'est-à-dire le double des Squales de nos mers. — Ce géant était répandu autrefois dans toutes les eaux marines, et nous le retrouvons encore dans notre grès coquillier. On y observe aussi la présence d'une espèce plus petite, le Lamna cuspidata Ag., dont les dents étroites et à deux tranchants sont munies de deux longues racines.

L'Halitherium Schinzii Kaup appartient au groupe des Vaches marines, animaux essentiellement herbivores et qui paraissent former la transition entre les Sirènes et les Pachydermes. Notre espèce ressemble beaucoup aux Manati qui fréquentent actuellement les côtes d'Amérique (de la Floride au Brésil) et d'Afrique (Sénégal); ils se tiennent de préférence près de l'embouchure des fleuves. Les dents et les os de notre espèce ne sont pas rares, et près de Rädersdorf on en a découvert un squelette presque complet (il n'y manque que la tête).

II. FAUNE MARINE DU SECOND ET DU TROISIÈME ÉTAGE.

Nous avons vu (page 348) que pendant l'aquitanien une lagune saumâtre avait subsisté le long des Alpes. On n'a retrouvé dans cette région qu'une dizaine d'espèces environ, mais elles suffisent pour confirmer l'existence de cette lagune. Près de Ralligen se trouvent deux Cyrena, C. convexa Br. et C. Thunensis May., deux Cardium : C. Heerii May. et C. arcula May., la Dreissenia Basteroti Des., la Lutraria sanna Bast., une Nucula et deux espèces de Melanopsis. Cinq d'entre elles appartiennent, en France, à l'étage aquitanien, et leurs congénères actuels vivent pour la plupart dans l'eau saumâtre.

Une bande de mollasse marine faisant partie du troisième étage court le long des frontières de la Suisse ; nous pouvons la suivre depuis le canton de Bâle (de Waldenburg, Tenniken, Diegten, Känerkinden et Rüneburg), à travers le Frickthal et le Klettgau jusqu'au Randen et à Wiechs, Epfenhofen, Thengen, Lindenbühl, et, d'après M. J. Schill, jusqu'à Klausenhof (où elle se voit à 2700 pieds au-dessus de la mer); enfin au sud de la Souabe, elle s'étend jusqu'à Donaueschingen et Nordlingen. — D'après M. K. Mayer, la faune de ces dépôts marins diffère de celles de l'aquitanien et de l'helvétien ; mais elle est en complète harmonie avec celle des Falunes de la Touraine, dans la France centrale. — Il est donc probable que pendant la formation de notre mollasse grise un bras de mer s'étendait depuis cette dernière localité jusque chez nous et occupait nos frontières septentrionales. Ces gisements renferment surtout des Univalves; on peut citer les Turritelles : T. turris Bast.; les Cerithia lignitarum, C. papaveraceum et mediterraneum ; les Murex turonensis, M. plicatus et erinaceus ; les Columbella curta et miocena, la Nerita Plutonis ; les Bivalves ne manquent pas non plus, on y voit la Venus clathrata et l'Arca Okeni.

III. FAUNE MARINE DU QUATRIÈME ÉTAGE OU HELVÉTIEN.

Pendant la formation des trois étages inférieurs de notre mollasse, la mer n'occupa que les frontières de notre pays, ou seulement même quelques lagunes étroites; mais pendant l'helvétien, comme nous l'avons vu plus haut (page 340), elle occupa une plus vaste étendue. — Les dépôts qui se formèrent alors se présentent à nous sous deux formes que nous avons appris à connaître sous le nom de Grès coquillier et de mollasse subalpine. On se demande si leur formation eut lieu en même temps ou non. Autrefois on tenait le grès coquillier qui se rencontre le long du Jura, tantôt pour plus récent, tantôt pour plus ancien que la mollasse marine qui suit la chaîne des Alpes. Les rapports existant entre les gisements ne donnant aucune solution satisfaisante, les pétrifications seules peuvent trancher la question. M. K. Mayer a examiné depuis plusieurs années et avec beaucoup de soin les Mollusques de ces terrains. D'après un tableau qu'il a dressé, le grès coquillier donne 218 Mollusques marins, et la mollasse subalpine 360; les deux ensemble présentent 421 espèces. — Les espèces communes aux deux gisements sont au nombre de 141, en sorte que les $^2/_3$ environ des espèces du grès coquillier lui sont communes avec la mollasse subalpine; 77 espèces du grès coquillier manquent à la mollasse subalpine, parmi elles 18 seulement lui sont propres, car 53 se retrouvent ailleurs, soit dans l'helvétien, soit dans des formations plus jeunes, et 6 sont communes au second et au troisième étage. Les 53 espèces ci-dessus ayant été recueillies ailleurs dans des gisements contemporains, nous pouvons les ajouter aux espèces communes qui formeront ainsi presque les $^9/_{10}$. — Il n'y a jusqu'à ce jour que 24 espèces de l'helvétien qui n'aient pas été observées dans d'autres étages, soit en Suisse, soit ailleurs.

Cette communauté d'espèces, non moins que les rapports des deux faunes avec la faune actuelle, nous dit assez que le grès coquillier et la mollasse subalpine appartiennent aux formations d'une même époque. —

Sur les 218 espèces du grès coquillier, 76 vivent encore, c'est-à-dire 35 %, et sur les 360 de la mollasse subalpine, 125 appartiennent à la faune actuelle; c'est la même proportion de 35 %. Le grès coquillier et la mollasse subalpine ont ensemble 421 espèces dont 147, c'est-à-dire 35 % se retrouvent dans la faune actuelle. — Les deux faunes sont donc dans le même rapport avec la faune actuelle, non-seulement pour le nombre, mais aussi par la manière dont les espèces vivantes sont réparties; nous ferons observer cependant que la mollasse subalpine possède 152 espèces de plus que le grès coquillier.

Le tableau suivant résume ce qui précède :

Espèces vivantes.	Sur les côtes d'Angleterre.	En Europe avec la mer Méditerranée.	Mer Méditerranée seule.	Afrique tropicale.	Asie tropicale.	Amérique.
Grès coquillier. .	20	60	23	8	3	2
Mollasse subalpine	32	104	41	12	5	2
Espèces en commun	38	120	50	12	6	4

Ce résumé nous montre que la plupart des espèces actuellement vivantes, soit du grès coquillier, soit de la mollasse subalpine, habitent la Méditerranée*, mais qu'elles sont mêlées à des formes tropicales, et que parmi ces dernières les formes africaines sont plus nombreuses que les asiatiques. Les deux faunes ont donc les mêmes rapports avec la faune vivante et doivent être rangées dans le même étage. Les différences qui existent entre elles proviennent moins de l'époque que des circonstances

* Presque toutes les espèces de la première rubrique vivent aussi dans la Méditerranée. A peu près $^1/_3$ des espèces est maintenant restreint exclusivement à cette mer. Neuf espèces de la seconde rubrique se trouvent aussi sous les tropiques africains, de sorte que notre faune mollassique possédait en tout 21 formes tropico-africaines dont 9 habitent encore les côtes méridionales de l'Europe.

locales. Le grès coquillier nous a conservé la faune de côtes basses; le pêle-mêle des coquilles, souvent brisées et roulées, qui gisent dans toutes les positions, les dents de Squales et les morceaux de bois qui s'y trouvent mêlés, indiquent un dépôt côtier; tandis qu'il n'est pas rare de rencontrer les Mollusques de la mollasse subalpine en grandes masses et quelquefois avec les valves réunies, ce qui nous indique que ces animaux ont probablement vécu sur un fond sablonneux et s'y sont enfoncés. Ceci pourrait expliquer pourquoi les espèces du grès coquillier et de la mollasse subalpine ne présentent pas le même mode d'association, et pourquoi les espèces communes aux deux formations sont les unes tantôt plus abondantes chez la première, et tantôt les autres chez la dernière.

Nous réunirons donc les animaux du grès coquillier et de la mollasse subalpine et nous les comparerons avec ceux des autres étages miocènes.

La mer miocène ne nous a jusqu'ici transmis aucun Mollusque de la mer crétacée, et nous n'en retrouvons dans notre helvétien que cinq, qui aient appartenu à l'éocène: Solecurtus coarctatus, Corbulomyia complanata, Pholadomyia arcuata, Tellina crassa et Arca nivea. Ces formes ont donc subi de grandes transformations depuis les époques précédentes. — La mollasse marine de notre helvétien n'a que 15 espèces communes avec le tongrien; en revanche, elle en a 118 avec l'aquitanien et 303 avec le troisième étage; elle en a presque autant (299) avec des étages plus jeunes (tortonien, placencien et astien de K. Mayer) et la faune actuelle.

La faune des Mollusques de la mer helvétienne est analogue pour les $^3/_4$ de ses espèces avec celles de la mer européenne du troisième étage de la mollasse; pour la même proportion environ, avec la faune des formations plus récentes du miocène supérieur et du pliocène, et pour $^1/_3$ avec la faune actuelle. On peut observer les mêmes proportions dans d'autres localités de la mer qui recouvrait jadis l'Europe centrale *.

* Le prof. Hœrnes a décrit 476 Univalves du bassin de Vienne (500 y compris les Escargots d'eau douce et terrestres). Sur ce nombre il est certain que 99 espèces

Afin d'avoir une idée exacte du caractère de la faune de notre mer mollassique, nous devons étudier les espèces qui ont persisté (et dont nous avons déjà discuté l'area) au point de vue de leur distribution actuelle, tout en tenant compte des espèces éteintes; ces dernières nous prouvent que les formes méditerranéennes dominent parmi les Mollusques, et que les formes exclusivement septentrionales manquent; mais, qu'en revanche, on trouve de nombreuses formes tropicales qui ne se rencontrent pas actuellement dans la Méditerranée. Notre faune marine miocène a donc, en général, un caractère plus méridional que la faune de la zone méditerranéenne actuelle. — Nous y rencontrons, soit des genres exclusivement tropicaux, tels que les longues Terebra turriformis, les Nautiles, les genres Oniscia, Pyrula, Ficula, Delphinula et Tugonia, soit d'autres genres qui haitent la Méditerranée ou qui n'y possèdent que quelques espèces; dans ce nombre on compte les Conus bigarrés, les brillantes Cyprées, les genres Mitra, Cassis, Cancellaria, Pleurotoma, Turritella, Turbo et Tritonium, et dans les Bivalves, les Tellina, Psammobia, Cytherea et Chama.

Si nous récapitulons le nombre de formes de Mollusques recueillies jusqu'à présent dans notre pays, nous arrivons au chiffre de 431, dont 203 Univalves marins et 228 Bivalves marins. Les premiers se divisent

vivent encore, 27 sont douteuses. D'après ce calcul nous obtenons de 21 à 26 ½ % d'espèces vivantes. Dans notre helvétien les espèces vivantes d'Univalves marins entrent pour 25 ½ %; pour 22,6 % dans le grès coquillier seul et pour 25,7 % dans la mollasse subalpine. Dans le bassin de Vienne comme chez nous la proportion des espèces vivantes est plus forte parmi les Bivalves que parmi les Univalves; c'est pourquoi dans le nombre total des Mollusques les chiffres qui indiquent le % sont plus élevés. Notre mollasse helvétienne correspond aux couches marines moyennes et supérieures du bassin de Vienne. Dans les plus inférieures (dites Hörnerschichten) les espèces vivantes ne représentent que 12 à 15 % des Univalves marins. Dans le bassin de Vienne au-dessus des couches marines suit une formation d'eau saumâtre qui est contemporaine de notre étage œningien. Elle sert de transition à une formation d'eau douce (le congérien ou Inzersdorferschichten) dans laquelle on a trouvé le Mastodon longirostris; tandis que dans les couches provenant d'eau saumâtre et marine on a recueilli les M. tapiroides et angustidens qui fréquentaient les côtes de la mer viennoise comme ceux de notre mer helvétienne. Notre mollasse possède 138 Univalves soit 68 % en commun avec le bassin de Vienne. Les Bivalves en ont certainement davantage.

en 15 familles. Les Céphalopodes qui, dans les périodes précédentes, étaient si nombreux et si variés, ne nous fournissent plus qu'une seule espèce, le Nautilus Aturi, qui est fort rare, et n'a été trouvé qu'à Würenlos.

La famille des Conides, qui est remarquable par ses coquilles brillantes, et qui appartient en grande partie à la zone torride, est représentée dans notre faune miocène par 17 espèces. Les Conus betuloides et Aldrovandi sont proches parents du C. figulinus L. indien; le C. antediluvianus Brug. l'est du C. Orbignyi des mers de la Chine, et le C. ventricosus Bronn, de formes tropicales et méditerranéennes.

Parmi les Cypræa nous rencontrons, à côté de la petite espèce européenne, Cypræa europæa, la C. pyrum Gmel., qui habite les côtes septentrionales de l'Afrique, le Sénégal et les Indes; une troisième, la C. sanguinolenta Gmel., n'a été trouvée jusqu'ici qu'en Sénégambie. Le genre Erato fournit une espèce très-commune, l'E. lævis qui vit aussi bien dans la Méditerranée que sur les côtes anglaises.

La famille des Columbellariées nous offre des formes exotiques, telles que le beau genre Voluta (Voluta bernensis May.), qui appartient à l'hémisphère sud; le grand genre Mitra, dont on ne connaît que trois espèces : M. scrobiculata, striatula et fusiformis, et quatre Columbelles.

Les Buccinides donnent de nombreuses espèces du genre Buccinum qui jouait à l'époque miocène le même rôle que maintenant, et se trouvait comme de nos jours répandu en abondance dans toutes les mers. Sur 16 espèces, 4 vivent encore dans la Méditerranée. — Trois espèces des genres tropicaux Terebra et Oniscia, et quatre du genre Cassis ont vécu dans notre mer mollassique. Une espèce de ce dernier, le C. saburon, était répandue dans une grande partie de la mer miocène et se rencontre maintenant dans la Méditerranée, la mer Rouge et au Sénégal. — Il est important de remarquer que plusieurs espèces qui se distinguent actuellement par un habitat très-étendu existaient déjà à l'époque tertiaire et sont donc très-anciennes.

Les Strombina sont dans le même cas; notre mer mollassique ne nous

en a transmis qu'une seule espèce, le Chenopus pespelecani L. sp.; mais il est maintenant répandu depuis la Méditerranée jusqu'au Nord.

La riche famille des Canalifora, dont la coquille se termine en un bec allongé, nous fournit de nombreux Murex et Fusus. Ils sont rapaces et, comme la plupart de leurs parents, percent avec leur bec d'autres Mollusques pour se nourrir de leurs parties molles. Le Murex trunculus vit encore dans la Méditerranée et au Sénégal; quatre autres espèces habitent la Méditerranée où l'on rencontre encore le Fusus rostratus Ol., une des onze espèces de notre mollasse.

On connaît 80 espèces du genre Cancellaria dont une seulement appartient à la Méditerranée et à la Sénégambie, toutes les autres sont tropicales. Cette espèce, le C. cancellata, vivait dans notre mer avec 9 autres dont une, le C. piscatoria, habite l'Inde. Un des genres les plus considérables est le Pleurotoma, dont on connaît 369 espèces vivantes et 305 fossiles. Ce genre, qui commença avec le trias, fit depuis lors partie du monde maritime. Il est représenté aussi dans la Méditerranée et dans le Nord par plusieurs petites formes. Ce sont les derniers et pauvres débris d'un genre autrefois répandu en espèces nombreuses dans toutes les mers d'Europe; actuellement il est à peu près restreint aux zones torrides. Notre mer mollassique en possédait 22 espèces dont une seule, le Pl. ramosa Bast., est encore vivante et se trouve en Sénégambie. La coquille de ce Mollusque est finement sculptée, comme du reste celle de plusieurs espèces de notre mollasse (Pl. gradata et Pl. granulato-cincta); c'est aussi le cas pour un genre voisin : Cerithium, dont la coquille turriforme est admirablement travaillée. Ce genre qui est très-considérable, commence dans le trias, acquiert tout son développement pendant l'éocène pour décliner ensuite; mais 140 de ses espèces ont cependant persisté jusqu'à nous. Elles vivent à l'embouchure des fleuves et dans l'eau saumâtre où par places on les rencontre en quantités considérables; nous en avons déjà souvent fait mention. Huit espèces vivaient dans la mer mollassique, dont deux, C. mediterraneum et scabrum, se rencontrent encore dans la Méditerranée. La dernière habite encore les mers du

Nord. — Les Pyrula et les Ficula sont de plus petits genres de la même famille; ils représentent des formes tropicales qui avaient un grand développement dans la mer miocène; tels sont les Pyrula rusticola, Ficula clava et condita. — Deux Tritonies sont des types de la zone torride, tandis que deux Ranelles appartiennent, l'une, la R. marginata Mart., à l'Afrique occidentale, l'autre, la R. scrobiculata? à la Méditerranée.

La famille des Turbinacées possédait 6 genres dans notre mer mollassique. Nous avons déjà vu (page 167) des Turbo et des Trochus dans la mer jurassique, et nous en retrouvons dans la mollasse 7 espèces dont 6 appartiennent au genre Trochus, très-répandu dans toutes les mers, tandis que le genre Turbo est en grande partie restreint à la zone tropicale. Il en est de même pour les Turritelles dont 13 espèces demeuraient dans notre mer; elles sont toutes éteintes; plusieurs, telles que la T. turris et T. Archimedis, avaient de longues coquilles à nombreuses spires qui leur donnaient l'apparence d'une vis. Le genre Xenophora est remarquable par le grand nombre de coquillages étrangers que l'animal fixe lui-même aux spires de sa coquille, et qui lui donnent un aspect étrange et hérissé. Nous en avions deux espèces dont l'une, le X. turicensis May., est assez commune dans le grès coquillier; l'autre, X. Deshayesi Mich., se rencontre dans la mollasse subalpine. Les Monodonta ont une espèce méditerranéenne, le M. Aaronis Desh.; les Adeorbis en ont une également, et le Solarium nous fournit deux formes perdues, les S. carocollatum et simplex.

La famille des Scalaria tire son nom de sa coquille enroulée en longues spirales figurant souvent un tuyau avec une ouverture ronde. Le genre Delphinula vivant dans les mers chaudes ne nous a laissé qu'une espèce dans la mollasse : D. helvetica May.; le genre Scalaria qui est répandu dans toutes les mers, nous en a transmis quatre.

Les Tubulibranchiata dont la coquille est disposée en tuyau comme celle des Tubicoles, possédaient deux animaux vivant encore de nos jours dans la Méditerranée : Vermetus arenarius Lam. et V. intortus Lam.; les Siliquaires, famille très-voisine de la précédente, donnent la Siliqua-

ria anguina L., qui se rencontre actuellement aussi bien dans la Méditerranée que dans les mers des Indes.

Parmi les Plicacées nous trouvons le genre Natica que nous avons déjà observé dans le jura (page 167). Il a de tout temps habité la mer et son aire comprend aussi bien la mer Glaciale que les mers du Sud; on en connaît 189 espèces vivant dans toutes les parties du monde. — Ce sont des Rapaces qui se tiennent au fond de la mer, ils trouent les Bivalves pour s'en nourrir et s'enfouissent dans le sol. — Des neuf espèces retrouvées dans notre mollasse, quatre vivent encore; sur le nombre, les N. millepunctata L., N. helvicina, et Josephinæ Risso sont restreints à la Méditerranée.

Les Pyramidelles et les Sigaretus sont moins riches en espèces. Le S. haliotoideus L., vivant encore dans la Méditerranée, est très-rare dans notre mollasse, tandis que le S. clathratus Rec. commun autrefois dans nos parages est éteint aujourd'hui.

Les familles des Phyllidiacea et Calyptræacea se rencontrent de nos jours sur les bords de toutes nos mers où elles s'attachent aux rochers et aux pierres. Les Patelles appartiennent aux plus anciennes formations, et ont habité notre mer jurassique (page 167); le grès coquillier en renferme une espèce assez commune, la P. helvetica May. Les Fissurelles, qui leur ressemblent, donnent deux espèces dans la mollasse, les Capula de même, les Calyptræa quatre et les Crepidula une seulement, le Cr. unguiformis Lam.; celui-ci se colle aux rochers et s'applique avec sa coquille mince à toutes les anfractuosités de la pierre. Cette espèce vit encore non-seulement dans le nord de l'Atlantique et dans la Méditerranée, mais aussi en Afrique, dans l'Inde, et même sur les côtes de la Nouvelle-Zélande; cette immense area est en rapport avec son âge.

Les Dentaliacées ont une coquille spéciale presque droite, sorte de tuyau ouvert aux deux extrémités; le genre Dentalium commence déjà avec l'époque houillère, et a persisté jusqu'à nos jours. — La mollasse nous en a conservé cinq espèces, dont deux, le D. incrassatum Sow. et le D. entalis Gm. vivent dans les mers d'Europe, tandis que trois au-

tres, D. fossile Gm., D. mutabile Död. et D. Michelottii Hörn. étaient déjà éteints à l'époque pliocène.

Nous retrouvons chez les Bivalves les mêmes proportions que nous avons signalées plus haut pour les Univalves; ces derniers cependant ont des aires encore plus grandes et ont vécu pendant des périodes plus considérables; ils ont par conséquent franchi l'époque tertiaire bien mieux que les Univalves, et nous sont parvenus en plus grand nombre; nous en retrouvons qui vivent sur les côtes norwégiennes, anglaises et méditerranéennes. Notre mollasse ne renferme aucun genre qui soit exclusivement fossile, et de même que tous les genres sans exception ont persisté jusqu'à maintenant, il en est plusieurs qui remontent aux époques les plus reculées.

La faune de nos Bivalves compte 30 familles appartenant à 2 ordres : les Brachiopodes et les Lamellibranches. Les premiers, qui dans les formations précédentes avaient joué un rôle important (pages 91 et 168), sont réduits à trois espèces de Térébratules dont deux, T. Buchii Mich? et T. miocenica Mich., ont été trouvées à la Chaux-de-Fonds.

Les Lamellibranches sont classés en Monomyaires et en Dimyaires d'après l'empreinte musculaire laissée par les ligaments qui réunissent les valves. Aux premiers appartiennent les familles des Ostrea (Huîtres), des Pecten, et des Mytilus dont les nombreuses espèces ont peuplé notre mer mollassique.

Les Huîtres nous donnent 12 espèces, parmi lesquelles nous reconnaissons notre Huître comestible : Ostrea edulis L. Les coquilles de cet animal qu'on a trouvées à Münsingen et à Saint-Gall ne présentent aucune différence avec celles que l'on pêche actuellement. — Le groupe des Huîtres américaines existait également à cette époque; l'Ostrea virginica Lam. qui vit de nos jours sur les côtes de la Floride, se rencontrait sur nos bancs d'Huîtres; elle était commune à Münsingen et dans le Siggenthal. L'Ostrea crassissima Lam. appartient à ce même groupe qui commença avec l'éocène; c'est l'Huître la plus commune de notre mollasse; elle se fait remarquer par ses longues coquilles qui pèsent plusieurs li-

vres; on en rencontre des bancs immenses à Hütlingen, au Belpberg et à Münsingen; à Hütlingen, il y a un gisement d'un mètre et demi d'épaisseur exclusivement composé de coquilles de ce Bivalve.

Les Pectinées sont comme les Huîtres des types d'animaux primitifs qui de tout temps ont habité la mer, et qui, dans un cercle de formes restreint, possèdent une richesse inépuisable d'espèces. — Dans notre mollasse nous rencontrons les Limes et les Peignes. Les premiers qui étaient communs dans nos mers anciennes (pages 54, 90, 169), sont près de s'éteindre, car quatre espèces seulement se trouvent encore dans notre mollasse, et deux seulement, la Lima inflata L. sp. et squamosa Lam., sont parvenues jusqu'à nous. Au contraire, les Peignes, qui ont commencé tout aussitôt, ont persisté jusqu'à notre époque, traversant plusieurs périodes, avec une grande richesse d'espèces. Notre mer mollassique en renfermait 14 espèces dont plusieurs étaient communes, telles que : Pecten burdigalensis Lam., P. Cypris Orb., P. palmatus Lam., P. pusio L. sp., P. scabrellus L. et P. solarium Lam. — Onze espèces sont éteintes, mais trois vivent encore dans les mers européennes.

Les Aviculines étaient beaucoup moins riches; on rencontre quelques espèces perdues des genres Avicula, Perna et Pinna. Il en est de même des Mytilides, auxquelles appartiennent les Modioles à coquille délicate; ces dernières nous donnent quatre espèces qui ont probablement vécu à de grandes profondeurs.

Le groupe des Dimyaires possède encore plus d'espèces que celui des Monomyaires; on le divise en deux classes d'après la conformation du manteau, savoir :

1° Dimyaires intégropalléales, à coquilles où l'impression du manteau est entière;

2° Dimyaires sinupalléales, à coquilles présentant un sinus ou une échancrure.

Les premiers avec 9 familles habitaient notre mer mollassique. Celle des Arcacées possède 4 espèces à coquille presque ronde, dont deux, Pectunculus insubricus et P. pilosus, sont fort communes, et neuf du

genre Arca ont une coquille régulière en forme de nacelle. L'une d'elles, A. nivea, apparaît déjà dans l'éocène supérieur et se trouve encore dans la mer Rouge; deux autres espèces: A. lactea L. et barbata L., sont parvenues jusqu'à nous. Les Cardites qui se reconnaissent à leur coquille épaisse et sillonnée de côtes longitudinales, appartiennent aussi aux animaux qui ont vécu dans les premiers âges de notre planète. — Onze espèces habitaient encore notre mer mollassique: une d'entre elles, la Cardita caliculata L., se trouve encore en Europe et en Sénégambie, tandis qu'une autre espèce, la C. antiqua L. est restreinte à la Méditerranée, et que neuf espèces se sont éteintes avec l'époque miocène. — La famille des Lucinides nous donne les genres Diplodonta et Lucina (le premier avec 2 espèces vivantes, le second avec 12); celle des Nuculides fournit les genres Nucula et Leda avec 8 espèces; celle des Chamacées, le genre tropical Chama avec deux formes perdues; la famille des Cardiacées, les genres Cyprinus, Isocardia et Cardia ; ces derniers appartiennent aux Bivalves les plus communs des formations d'eau saumâtre. — Notre mollasse possède 18 espèces des plus remarquables par leurs coquilles enroulées et parcourues par de profonds sillons longitudinaux. Quelques-unes de ces formes sont spéciales et perdues, d'autres sont identiques aux types actuels, ainsi le Cardium edule L. de nos mers se rencontre dans les grès de Saint-Gall, de Lucerne et de Münsingen; quelques espèces méditerranéennes: C. oblongum Chem., hians et tuberculatum L.? se trouvent dans la mollasse des cantons de Berne et de Saint-Gall. — Le Cardium des Indes a été recueilli à Belpberg, et une espèce sénégambienne, C. costatum L.? a été observée près de Berne. — Le genre Cardium, qui commence avec les époques les plus reculées, était donc largement représenté dans notre mer mollassique, et renferme des espèces dont les aires actuelles sont très-éloignées les unes des autres. — Le beau genre Isocardia est beaucoup plus rare; chez lui les crochets de la coquille sont enroulés en spirale; l'I. cor L., qui se trouve, bien que rarement, dans la Méditerranée et sur les côtes méridionales d'Angleterre, a été recueilli près de Rorschach.

Les Dimyaires sinupalléales sont représentés par de nombreuses familles dans notre mer miocène. — Les Vénus, dont les valves sont pourvues de grands crochets faisant saillie sur la lunule arrondie et concave, nous donnent 27 espèces. Elles ont sans doute vécu ainsi que leurs congénères actuels sur les côtes sablonneuses à bas-fonds, et s'enfouissaient dans le sol. Elles sont répandues actuellement sur toutes les côtes, mais c'est sous les tropiques que le nombre en est le plus considérable. On trouvait autrefois chez nous plusieurs de ces espèces tropicales, telles que les Venus plicata Gm., V. multilamella Lam. et Dosinia Adansoni Phil.; on peut y ajouter cinq autres espèces: Venus ovata Mont., V. casina L., V. verrucosa L., Cytherea minima Mont. et C. rudis Pol., qui habitent la Méditerranée et en général les côtes européennes. La Dosinia lincta Pult. qui a été trouvée au Belpberg, à la Weinhalde, au Rothsee, au Niederhasli et près de Saint-Gall, vit encore sur les côtes anglaises, méditerranéennes et sénégambiennes; une autre espèce, le D. exoleta L., qu'on rencontre dans la mollasse du Rothsee et à Imi dans le canton de Berne, a la même area.

Les Psammobies nous fournissent deux grandes espèces perdues: Psammobia Labordii Bart. et P. uniradiata Broc., qui ont de très-proches parents dans les mers tropicales. On rencontre une grande variété de Tellina sous les zones torrides, mais dans les pays du nord elles n'ont qu'un petit nombre de formes peu apparentes. Parmi les 12 espèces de notre mollasse, trois appartiennent à l'Afrique occidentale; ce sont: Tellina senegalensis Hanl., T. lacunosa Chemn. et T. crassa Gm., la dernière se trouve aussi dans la Mer du Nord, et se rencontre avec 6 autres espèces dans la Méditerranée. Il est à remarquer que les espèces éocènes de cette famille sont analogues aux espèces tropicales et australiennes, tandis que les miocènes le sont pour la moitié à des espèces européennes.

Les Corbulacées nous fournissent un type de l'Afrique occidentale sous la forme du Tugonia anatina; on rencontre le genre Corbula déjà dans les gisements houillers; trois espèces de ce genre vivaient encore dans la

mer mollassique; et, sur ces trois, une, le C. carinata Duj., existe encore dans l'Asie tropicale; une autre, le C. revoluta Broc., dans la Méditerranée, et la troisième, C. gibba Ol., sur presque toutes les côtes européennes.

La famille des Pholadomya avait déjà de nombreux représentants dans la mer jurassique (page 169); elles deviennent rares déjà à l'époque tertiaire; et il n'existe plus maintenant qu'une espèce de l'Inde occidentale. Les deux de notre mollasse, la Pholadomya helvetica May. et Ph. arcuata Lam. de Saint-Gall et de Lucerne sont éteintes. Les Dimya sont en revanche représentées par trois espèces européennes (de Syndosmya); les Pandorides également; les Mactrina sont répandues dans toutes les mers depuis les temps les plus anciens. — On en connaît 25 espèces de notre mollasse dont la plupart appartiennent aux genres Mactra et Lutraria; ce sont des Mollusques qui s'enfoncent dans le sol sablonneux de la mer. — Les espèces miocènes ont eu sans doute le même mode de vivre, et c'est probablement à elles qu'il faut rapporter les remarquables empreintes spiriformes qu'on a rencontrées dans plusieurs localités. — Ces empreintes ont la forme d'un bâton (de la grosseur du doigt) des deux côtés duquel partent des espèces de branches de la même grosseur et roulées en spirales; c'était probablement la demeure de plusieurs individus qui auraient pratiqué dans le sol un trou perpendiculaire, puis plusieurs spirales latérales servant chacune de demeure à un animal. Ces tuyaux remplis de limon dans la suite formèrent ainsi ces remarquables pétrifications en forme d'hélice (fig. 326). A Martinsbruck, près de Saint-Gall, où ces pierres à vis sont particulièrement bien formées, le professeur Karl Mayer a trouvé dans l'une d'elles une Lutraria sanna qui a jeté quelque lumière sur ces curieux vestiges. — Près de Rorbas, d'après le Dr Biedermann, on rencontre de ces vis pétrifiées dans la couche supérieure de la mollasse d'eau douce inférieure, sur la limite de la mollasse marine qui leur a fourni les matériaux; ces animaux ont donc pratiqué leurs trous dans le sol durci.

Les Glycémérides, les Couteaux, les Râpes, les Pholades et les Teredo

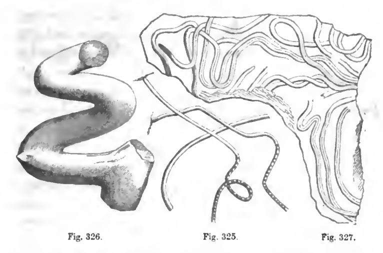


Fig. 326. Fig. 325. Fig. 327.

Fig. 325. **Gordiopsis valdensis** Hr., des schistes de Troistorrents dans le Val d'Illiers. — Fig. 326. Pierre à vis de Martinsbruck dans le canton de St.-Gall, $^1/_2$ gr. nat. — Fig. 327. **Helminthoida molassica** Hr. de Reiden.

qui appartiennent à la même division, construisent leurs demeures soit dans le sol sablonneux, soit dans le bois et les roches; ils avaient les mêmes aptitudes dans ces époques reculées que maintenant. Notre mer mollassique a des représentants de toutes ces familles dont quelqnes espèces sont encore vivantes. Le Saxicava arctica L. pratiquait près de Saint-Gall les mêmes trous en forme de poire que son descendant actuel qui habite toutes les mers du Nord et vit également sur les côtes méditerranéennes. — Une grande Panopæa, la P. Menardi Desh., forme à Längenberg, près de Berne, des gisements entiers et se rencontre aussi à Eriz, à Lucerne et ã Saint-Gall. — Sa présence indique des bas-fonds; elle s'enfouissait probablement dans le sable comme sa parente moderne. Nous trouvons dans les Râpes, la Pholas cylindrica Sow. et la Ph. rugosa Broch. qui sont communes dans la mollasse; la dernière vivait dans des trous qu'elle creusait dans les rochers. — Les Teredo, si mal famés et qui de temps à autre jettent l'effroi au sein des villes maritimes par les dégâts qu'ils font dans les ouvrages en bois, habitaient aussi notre mer

mollassique; nous trouvons fréquemment des morceaux de bois percés de trous identiques à ceux que fait le Teredo norwegica Spgl. Cette espèce ayant été trouvée en Italie dans des couches récentes, il est à peu près hors de doute qu'elle a persisté depuis l'époque tertiaire jusqu'à nos jours, et qu'elle a toujours habité ces localités. L'hypothèse qui veut que ces animaux aient été amenés des Indes en Europe est donc sans fondement.

Les Clavagellides nous donnent quatre Clavagelles et Gastrochènes qui se creusent des retraites dans diverses substances. Les Solenina (Couteaux), qui ont reçu leur nom de leurs longues coquilles étroites et ouvertes aux deux extrémités, sont encore plus nombreux; il nous offrent plusieurs genres : Solen, Psammosolen, Ensis et Polia dont les espèces vivent encore en grande partie en Europe, et se creusent dans le sable des grèves des trous qui ont jusqu'à 2 ou 3 pieds de profondeur. Les Lithophages perforaient les pierres; une espèce, la Petricola lithophaga Retz, se trouve fréquemment dans l'intérieur des cailloux calcaires roulés. La présence de tous ces animaux atteste le voisinage de côtes marines, et les trous dont les rochers sont percés nous permettent de déterminer la hauteur des eaux sur ces anciens rivages, lors même que ces animaux ont entièrement disparu.

Les Mollusques forment la masse principale des pétrifications de notre mer mollassique. — Les Polythalamiens qui ailleurs (ainsi dans le bassin de Vienne) se présentent en masses énormes dans les terrains contemporains de notre miocène marin, n'ont pas été découverts chez nous; on n'a trouvé que quelques rares Coraux isolés et ne formant pas de bancs; ce sont des Cellepora dessinant des incrustations sur les Mollusques et les pierres; tel est le C. pumicosa Lam. de Corban et le Millepora truncata Lam. à cellules rondes.

Les Oursins, qui étaient encore nombreux dans notre mer nummulitique, deviennent rares. — On n'en connaît qu'une demi-douzaine d'espèces maintenant éteintes, mais appartenant à des genres vivants. On en a découvert deux espèces à la Chaux-de-Fonds : Psammechinus mirabilis

Nic. sp. et Spatangus ocellatus Desf.; deux aux Verrières dans le canton de Neuchâtel : Brissopsis Nicoleti Des. et Echinolampas scutiformis Dum., une Scutella à Kilwangen et l'Echinocardium Deikei Des. à Saint-Gall. Des plaquettes de grès provenant de Reiden nous indiquent également la présence d'Étoiles de mer.

L'absence presque complète de Crustacés est un fait à noter; on ne connaît que quelques Balanes qui sans doute étaient établies sur les rochers du bord. Il en existe une espèce qui est commune dans notre mollasse marine, et qui est identique au B. Tintinnabulum L. sp.; on l'a recueillie dans les carrières du Stockeren au pied du Bantigerhubel, à Berne et à Saint-Gall; on en a trouvé de plus petites espèces à Belpberg, à Imi et à Lucerne. — Là où elles sont encore attachées au rocher, on peut déterminer les limites de la mer et la hauteur de son niveau, car ces animaux vivent toujours sur les côtes marines qu'arrosent les vagues brisées.

Il ne nous est parvenu que peu de restes des Vers de notre mer mollassique; çà et là on trouve sur des coquilles de nombreux tests calcaires de Serpules; par places on distingue aussi les galeries entrelacées des Némertines qui, comme dans le flysch, ont laissé des empreintes vermiformes; il me paraît du moins très-probable que c'est à ces animaux qu'est due la fig. 327 reproduisant une roche de grès coquillier trouvée à Reiden dans le canton de Lucerne et qui m'a été communiquée par M. Bachmann.

La mer mollassique avait beaucoup moins d'animaux supérieurs que le continent. En fait de Reptiles, nous ne connaissons que quelques grandes dents de Crocodiles trouvées près de Corban; quant aux Poissons, la faune en était fort pauvre; jusqu'ici on n'a guère rencontré que quelques restes de la division des Condracanthi à squelette cartilagineux, savoir : des Annarrhichas, des Rajacei et des Squales; ces derniers ont dû être très-communs, car on rencontre leurs dents partout dans le grès coquillier, et par endroits en quantité considérable. Elles sont lisses, brillantes, comprimées, pointues eu avant, un peu bombées en arrière et tranchantes des deux côtés, elles ont reçu, à cause de cette forme, le nom de « *langues de pierre* » ou « *becs d'oiseaux;* » on en distingue dans notre

mollasse 14 espèces, dont les deux plus communes : Carcharodon megalodon et Lamna cuspidata dont nous avons déjà parlé (page 524). On connaît encore 6 espèces appartenant à ces deux genres ; dans le nombre on distingue les Car. polygurus, C. Escheri, Lamna contortidens et L. dubia. Le grès coquillier a fourni de plus les dents des genres : Oxyrhina, Notidanus, Hemipristis et Galeocerdo avec plusieurs espèces : O. leptodon, O. hastalis, O. Desorii, Notidanus primigenius, Hemipristis serra, G. aduncus et G. minor. La famille des Chimærides a été découverte au Bucheckberg sous la forme d'un Ischyodon helveticus Eg. ; celle des Myliobatides se présente sous deux formes recueillies dans le grès coquillier du canton d'Argovie : Zygobates Studeri Ag. et Aetobates arcuatus Ag. Ces Poissons cartilagineux de notre mer mollassique sont tous éteints ; mais ils appartenaient, sauf l'Hemipristis, à des genres qui vivent encore sous des formes analogues dans les mers européennes et tropicales.

Le petit nombre de Poissons osseux que la mer mollassique nous a fournis jusqu'à ce jour, se divise en deux groupes : les Gymnodontes et les Labroidei; on a trouvé un Diodon et un Labrus : L. Ibbetsoni Ag. ; le premier avait probablement l'épiderme parsemé d'épines, et le dernier devait être orné de couleurs bigarrées.

Trois espèces de Cétacés ont habité nos environs : la Vache marine, Halitherium Studeri Myr. dont on a retrouvé les os au Lindenbühl, au Randen et dans le grès coquillier du canton d'Argovie. Elle est si proche parente de l'espèce déjà signalée dans le tongrien (page 524) qu'elle est probablement la même. On a recueilli dans le grès coquillier d'Othmarsingen et de Zofingen, les longues mâchoires en forme de bec du Delphinus cannaliculatus Myr. ; cet animal avait été très-répandu. On en a signalé à Molière une seconde espèce, le D. acutidens Myr.

A côté des restes de ces animaux qui ont sans contredit vécu dans la mer, nous trouvons çà et là dans la mollasse marine des coquilles et des os d'animaux terrestres qui ont été amenés dans la mer par les cours d'eau, et qui sont ainsi réunis par hasard aux habitants marins. En parlant des Mollusques terrestres nous avons déjà vu que les Auricules

avaient très-probablement vécu au bord de la mer, tandis que d'autres, par exemple des espèces d'eau douce et plusieurs Helix, étaient arrivées de distances considérables. — En fait de Mammifères on a recueilli dans le grès coquillier les dents de deux Mastodontes, M. angustidens et M. tapiroides; et dans la mollasse marine, les restes non-seulement d'un Tapir et de deux Rhinocéros, Rh. incisivus et Rh. minutus, mais de l'Hyotherium Meissneri, de l'Hipparion gracile et de deux Cerfs, Cervus Scheuchzeri Myr. sp. et C. minor; ces restes attestent que ces animaux habitaient autrefois notre pays.

CHAPITRE X

DESCRIPTION DE QUELQUES LOCALITÉS MIOCÈNES

Lausanne. — Le Hohe-Rhonen. — Saint-Gall. — Le Locle. — La mollasse du canton de Zurich. — Oeningen.

Lorsqu'on veut apprendre à connaître l'histoire naturelle d'un pays, on doit toujours procéder à l'étude de quelques localités isolées; après quoi, l'on réunit les faits recueillis et l'on obtient de cette manière une vue d'ensemble. Nous suivrons la même marche pour découvrir le caractère de la nature dans les âges reculés que nous avons passés en revue. La description des plantes et des animaux de notre mollasse, renfermée dans les précédents chapitres, est le résumé de nombreuses recherches faites sur les points les plus divers de notre pays. Dans les temps primitifs pas plus que de nos jours, les espèces végétales et animales ne se trouvaient nulle part réunies en un même endroit. Elles étaient au contraire réparties sur l'ensemble du pays et distribuées suivant le caractère propre à chaque localité. Nos yeux ne peuvent embrasser qu'une partie du tout. Si donc nous voulons nous représenter la nature telle qu'elle était, et telle qu'elle est encore, nous devons nous arrêter à quelques-unes de ces localités. En esquissant de la sorte quelques portions de notre Suisse, nous pourrons obtenir une image fidèle de ce qu'elle était pendant ces époques reculées.

1. LAUSANNE A L'ÉPOQUE MIOCÈNE.

Nous avons vu, page 346, que pendant l'époque de la formation des lignites inférieurs il y avait dans les environs de Vevey un lac qui s'étendait jusqu'à la Paudèze près de Lausanne. La marne de Monod près Chexbres et de Rochette dans le vallon de la Paudèze renferment les restes d'une flore très-riche qui vivait autrefois sur les bords de ce lac. — Dans la planche représentant « Lausanne à l'époque miocène, » j'ai cherché à reproduire cette flore et à exposer le caractère saillant des plantes de cette contrée et de cette époque. Transportons-nous par l'imagination sur les rives du lac ; jetons un coup d'œil sur le paysage que la science, avec sa baguette magique, fait sortir des profondeurs des roches compactes où il est enfermé, et appelons-le du sein de la terre à une nouvelle vie.

Sur le premier plan, nous voyons les magnifiques feuilles en éventail du Sabal et du grand Flabellaria, ainsi que les longues pinnes du Phœnicites ; à gauche s'élève un Camphrier largement ramifié dont le feuillage luisant et l'opulent branchage forment de sombres masses ; à ses pieds, et protégé par son ombre, se développe un Laurier qui, quoique jeune encore, présente un buisson d'un vert foncé. Ce sont là quelqnes-uns des représentants des arbres feuillus toujours verts qui composaient autrefois la majeure partie des forêts, et qui vivaient sur les rives de notre lac avec les Figuiers à feuilles charnues, et quelqnes espèces particulières de Chênes, de Protéacées et de Houx. A droite de notre paysage, on voit, s'élevant au-dessus des herbes, un Acacia muni de ses fruits en gousses ; son feuillage finement découpé se détache gracieusement sur le miroir des eaux. Le lac s'étend à droite, et les buissons de Saules à longues feuilles surplombent, tandis que deux Fougères grimpantes : Lygodium Gaudini et L. Laharpii montent jusqu'à leur sommet et les couvrent de leur feuillage. Ces dernières représentent une forme toute spéciale de plantes grimpantes qui se rencontraient dans ces localités avec





les Berchemia arborescentes et les Salsepareilles épineuses. — Plus loin, toujours à droite, nous voyons quelques branches d'un immense Érable formant le cadre du tableau; il s'élève au-dessus du taillis voisin et se fait reconnaître à son feuillage découpé. — A la surface même de l'eau nagent les feuilles du Nymphæa Charpentieri qui vit en compagnie du Nelumbium Buchii aux belles fleurs; les feuilles de ce dernier étalent leur limbe scutiforme au-dessus de la surface de l'eau. Les Chara Meriani et Ch. Escheri tapissent au contraire le fond tranquille des eaux de leurs masses vertes, et donnent asile soit à plusieurs espèces de Limnées et de Cyclas qui grimpent sur leurs feuilles, soit à l'Hydrophilus Gaudini qui parcourt rapidement leur branchage plongé dans l'eau et invisible pour nous. Les Laiches à grandes feuilles et les Souchets (Cyperus) couronnés de leurs longues touffes de feuilles garnissent le bord de l'eau qui par places est occupé aussi par des Roseaux de grande taille. Notre attention est surtout attirée par un groupe de Palmiers qui occupent le centre du paysage. De jeunes Palmiers à éventail, d'autres à feuilles pennatiséquées, des Sabal, des Phœnicites et des Manicaria étalent leur feuillage sur le sol et leur image se reflète dans les eaux sombres. Audessus de cette luxuriante végétation s'élève en forme de colonne le tronc du Flabellaria Ruminiana qui lance vers l'azur du ciel sa fière couronne de feuilles; les Palmiers à feuilles pennatiséquées sont également représentés et le Phœnicites spectabilis étale à nos regards au haut de son tronc cylindrique ses longues pinnules finement découpées. Le Manicaria formosa agite ses grandes feuilles déchirées çà et là par le vent.

L'arrière-plan est occupé à gauche par un groupe du Pinus palæostrobus; à droite par un Noyer, le Juglans acuminata, et par un arbre de la famille des Broméliacées : le Puya Gaudini, dont les feuilles épineuses, réunies en couronne, sont portées par un tronc ligneux.

Un Crocodile qui se trouve auprès, est sur le point de sauter à l'eau, tandis que quelques Tapirs qui se sont baignés en sortent et gagnent la terre. Dans le lointain on aperçoit une troupe de Rhinocéros s'approchant

du rivage marécageux, tandis que quelques Anthracothériens sortent de la sombre épaisseur de la forêt ou gagnent la fraîcheur de l'eau.

Combien ce tableau est différent de celui qui se déroule de nos jours sur les bords riants du lac Léman !

Il faut que nous nous transportions à 15 degrés plus au sud pour rencontrer aujourd'hui les mêmes formes de plantes, et même nous ne les trouvons nulle part ainsi rassemblées. Les localités qui ressemblent le plus à celles que nous venons d'esquisser sont les marais qui inondent d'immenses étendues dans le sud des États-Unis. — Là se rencontre aussi un Sabal, S. Adansoni (Swamppalmetto) couvrant au loin les marais du pays; plusieurs grandes Graminées forment de hauts fourrés qui parfois sont complétement impénétrables. — Le Pin, dit Weymouth, les Chênes toujours verts, les Houx, les Noyers et les Érables gigantesques, les Magnolia au feuillage brillant, les Tulipiers fréquemment enlacés par des Vignes, par la Salsepareille, et les buissons de Berchemia étalent leur beau feuillage dans des lieux relativement secs, tandis que le Taxodium distichum se rencontre jusque dans les endroits marécageux; il étend ses puissantes racines dans la vase; son tronc élancé est couronné par un dôme élevé de rameaux gracieux; ceux-ci, garnis de feuilles aciculaires distiques, se balancent au souffle de la brise. Par place ces marais forment de petits lacs. D'après Lesquereux, il s'en trouve un dans l'intérieur du grand Dismal Swamp en Virginie qui rappelle nos lacs marécageux de l'époque miocène. « L'accès de ce lac, dit le même naturaliste, n'est possible qu'en bateau, car lorsqu'on approche du bord, l'eau monte dans la forêt, ou mieux, les arbres paraissent s'enfoncer dans l'eau de telle sorte que leur cime seule est visible; il en est d'autres dont le tronc est enfoui jusqu'à la moitié. Une fois qu'on a franchi l'enceinte des arbres et qu'on se trouve sur le lac proprement dit, l'aspect en est admirable; à vrai dire il n'est pas précisément pittoresque; mais l'uniformité parfaite des environs et des couleurs est dans une harmonie remarquable avec la simplicité du spectacle et le silence de mort qui y règne. Je n'y vis, dit Lesquereux, aucun être vivant, excepté le nègre que j'avais ren-

contré dans la forêt et qui dirigeait le canot; celui-ci glissait si doucement sur les eaux noires que, quoique je fusse tout occupé de mes recherches, mon cœur était envahi par une profonde mélancolie, telle que je l'éprouverais en me trouvant seul dans une île déserte ou dans un monde nouveau. »

2. LE HOHE-RHONEN.

Nous retrouvons sur les bords du lac de la zone alpine qui avait remplacé la mer dans ces parages, la même flore du lignite inférieur que nous avons observée dans le canton de Vaud. — Les marnes qui entourent les lignites de Hohe-Rhonen renferment un riche herbier dans lequel on a fait de précieuses découvertes; ces marnes nous ont conservé une partie d'un bord marécageux de cette époque. Plusieurs bancs de sable et de pierres roulées s'accumulèrent dans un fond lacustre, et le transformèrent en un bassin boueux. — Cette boue devint à son tour un marais tourbeux dont la formation fut interrompue de temps à autre par des dépôts de vase qu'on retrouve maintenant entre les couches de charbon sous forme de marne de couleur foncée. — De grands Roseaux, le Typha latissima, de nombreuses Cypéracées (Cyperus et Carex), des Joncs, des Rubaniers et des Iris ne laissent aucun doute sur la nature du sol. — On peut même encore retrouver à Greith quelques places où de petits ruisseaux sillonnaient le sol de la forêt; ils se reconnaissent à des veines de marne noire et cassante qui renferment des fruits (surtout d'Érables) apportés par les eaux, des fils ténus de Conferves et de petits Bivalves (Cyclas). — Il dut y avoir en abondance dans ces localités le Grevia crenata, l'Acer trilobatum, l'Ambrier, des Saules et des Myrica dont les débris se trouvent en grand nombre dans la vase; les Widdringtonia, Glyptostrobe et les Cyprès des marais étaient communs; ces derniers croissaient sans doute dans les lieux marécageux. Ces arbres forment aussi les extrêmes avant-postes du monde forestier.

Le Hohe-Rhonen nous fournit aussi 3 espèces de Palmiers : le Sabal

hæringiana, le Phœnicites spectabilis et le Manicaria formosa qui devaient former sur les rives du lac un rideau toujours vert; ils étaient accompagnés de nombreux arbres à feuilles persistantes, tels que des Chênes, des Protéacées à feuilles coriaces, des Lauriers et des Figuiers. — Un grand nombre de Fougères, par exemple, les Lastræa, les Aspidium, les Pteris aux longues feuilles pennées, croissaient à l'ombre des forêts, parmi les Myrtilles, les Noisetiers, les Jujubiers, les Rhus et les Nerpruns, qui formaient les broussailles.

Cette forêt primitive était hantée par un Tapir et deux espèces de Rhinocéros, un Cerf et un Calicotherium. Ils avaient pour compagnon un Carnassier de l'espèce canine : l'Amphicyon intermedius, dont les appétits rapaces durent plus d'une fois troubler la paix de cette forêt vierge. Les autres emplacements représentant les bords de ce lac alpin, et qui nous sont connus, révèlent la même flore; ce sont quelques parcelles de terrain situées à Rufi près Schännis; plus au nord, à Wäggithal, à Rothenthurm et au Rossberg. Nous y retrouvons les mêmes espèces de plantes mélangées cependant avec quelques autres formes spéciales.

3. SAINT-GALL.

Les environs de Saint-Gall, pendant la formation de l'étage helvétien, nous offrent un tout autre aspect; mais pour nous en faire une idée exacte, nous devons enlever par la pensée toutes les collines et les montagnes qui entourent maintenant cette ville de leurs sites riants, et dont les matériaux ont été apportés pendant l'époque miocène.

Le pays entre Saint-Gall et les montagnes crétacées d'Appenzell est formé de la mollasse d'eau douce inférieure; il était couvert de végétation dont nous retrouvons les traces dans le grès de Teufen et de Ruppen (25 espèces). Avec les 40 espèces qu'a fournies la mollasse inférieure des environs nous obtenons une petite flore qui nous donne une idée de la végétation de ces localités.

Les arbres à feuillage persistant, tels que les Camphriers et les Lau-

riers, s'y rencontrent ainsi que les Noyers, les Peupliers, les Robinia et les Acacias à feuilles finement découpées. — Plusieurs espèces de Cypéracées et un Typha (Massetta) nous signalent un sol marécageux. Cette flore a probablement persisté au sud de Saint-Gall pendant toute la formation mollassique; mais elle fut envahie aux environs de la ville, pendant l'époque helvétienne, par les eaux de la mer. Nous retrouvons là les traces de la côte marine de cette époque. La carrière qui existe dans le voisinage de la ville nous permet de reconnaître l'emplacement où un ruisseau venant du sud se jetait dans la mer. Ses bords étaient couverts de Roseaux et de Typha dont les restes sont enfouis dans la marne. Nous y rencontrons aussi les feuilles trilobées de l'Acer trilobatum, celles d'une espèce de Myrtille, d'un Ilex et de quelques Cornouillers et Nerpruns qui vivaient près de là; les Banksia helvetica et Deikii, les Chênes: Quercus sclerophyllina et elœna, dont on retrouve aussi des restes, vivaient au loin dans des localités plus sèches. — Si nous accompagnons le ruisseau jusqu'à l'endroit où il se jetait dans la mer, nous observons un dépôt d'eau saumâtre reconnaissable à la nature molle de la pierre et à sa couleur bleuâtre. Cette couche a une épaisseur de 15 pieds environ et a dû être formée d'un limon très-fin. — A côté de feuilles diverses et de quelques Univalves terrestres tels que les Helix et l'Auricula oblonga qui furent entraînés dans la mer et enfouis dans son limon, on rencontre des milliers d'animaux des eaux saumâtres : la Paludina ou Bythinia acuta; dans les parties supérieures, de nombreux Cardium (C. hispidum), des groupes entiers de Chamacées (Chama gryphina Lam.) et de Diplodonta (D. rotundata); enfin, çà et là quelques Ostrea (O. crassissima). Au-dessous de cette couche de formation saumâtre, il s'en trouve une qui renferme des Vénus et des Lutraria qui sans doute avaient creusé leurs demeures dans la vase; plus bas encore, on trouve des Turritelles et des Pandores. D'autre part, la marne molle de formation saumâtre est recouverte par une couche de cailloux roulés de 1 ½ pied d'épaisseur renfermant de nombreux représentants de la faune marine qui se sont fixés entre et sur les cailloux. On distingue des Serpules,

de petits Coraux et de nombreux Tubulibranches (Vermetus intortus); l'intérieur même des pierres calcaires nous donne plusieurs Mollusques perforants tels que des Gastrochæna, des Saxicava, des Sphenies et des Pholades qui y avaient creusé leurs habitations; d'autres encore trouvaient un abri dans les canaux et les trous des précédents; tels étaient les Pétricoles, les Gastranes, les jeunes Limes et les Mactres que nous rencontrons maintenant dans l'intérieur de ces pierres. Parmi ces derniers, on voit des colonies entières de Turbo (T. muricatus), de Muricines (Murex trunculus et vaginatus), plusieurs Pleurotoma, Fusus et Buccinum, et on y rencontre aussi la brillante Cypræa sanguinolenta, de curieux Xenophores (X. Deshayesi), de belles Ancillaria, des Colombelles, des Mitra, des Oniscia et des espèces de Cassis; on trouvera facilement ces derniers en les cherchant avec soin dans cette roche très-friable. Les Venerina (Venus multilamella, Cytherea crassissima et Lucinopsis Lajonkairei), les Pholadomya (Ph. arculata), les Dosinia (D. Adansoni), ainsi que les Diplodontes trouvaient dans ce terrain d'excellentes conditions de développement.

Une faune aussi riche n'aurait pas pu se développer si l'agitation des vagues avait constamment remué les pierres entraînées à la mer par les courants. Il y eut donc ici une baie tranquille qui avait servi précédemment d'embouchure à un ruisseau; celui-ci ayant probablement rempli dans la suite son lit de cailloux roulés et de débris, prit alors une autre direction, car la formation saumâtre se perd dans les couches de cailloux. Cette formation reproduit la vie animale telle qu'on la retrouve dans la zone riveraine.

A six minutes à peine de la carrière, du côté de l'est (près du Tivoli), la formatiou saumâtre cesse; on ne la rencontre plus à la Steinach, à $^1/_4$ d'heure de la ville à l'ouest. Elle a donc eu fort peu d'étendue, et on peut en conclure que le ruisseau qui en cet endroit se jetait dans la mer était peu important; il ne laisse à son embouchure qu'un petit delta qui est représenté maintenant par la marne de la carrière.

Dans les roches de grès qui sont exploitées dans les gorges profondes

de la Sitter, près de la Krätzernbrücke, à Stocken et à Kobelmühle, ainsi que près de la Martinsbrücke et dans le sauvage ravin de la Goldach, nous avons, il est vrai, entre deux bancs marins une faible couche de formation d'eau douce, mais les gisements voisins ne se présentent pas dans les mêmes conditions que ceux de la carrière; ils nous prouvent que, même à cette faible distance les uns des autres, les dépôts se sont formés dans des circonstances différentes. Sur les bords de la Sitter, nous trouvons de nombreuses alternances de nagelfluh, de grès et de bancs de marne qui nous disent que le transport des matériaux dont ces roches sont composées fut soumis à de fréquents changements qui concordent avec les diverses modifications de la vie animale.

D'après K. Mayer, le gisement inférieur renferme de grosses Huîtres et des Conoïdes, puis des couches avec des Vénus et des espèces de Tapes, et plus haut une marne bleue pleine de Turritelles. — Là cependant la formation saumâtre manque, et avec elle la couche supérieure de cailloux roulés si riche en animaux et qui caractérise la carrière. Toujours est-il que les environs de Saint-Gall nous offrent partout des organismes marins avec leur cachet particulier, et l'alternance entre la mer et la terre ferme. On peut observer le même phénomène dans la mollasse marine de Lucerne ou de Bäch. — Sur les grandes plaques de grès de Bäch, il n'est pas rare de remarquer des traces qu'y ont laissées les vagues. On peut voir dans ces carrières des dalles dont la surface est tantôt comme balayée dans un sens déterminé, tantôt parcourue par de longues lignes ondulées qui s'entrelacent; dans l'intervalle de ces lignes, des débris de charbon et des détritus végétaux ont été rassemblés tels qu'on les observe sur la vase sablonneuse des grèves. Souvent aussi on remarque soit des empreintes rondes qu'on a attribuées à des gouttes de pluie, soit de longs sillons qui rappellent les traînées d'animaux marins.

Le grès de Bäch renferme dans quelques endroits de nombreux corps cylindriques qui sont probablement les demeures comblées de certains Mollusques, et des pierres vermiculaires qui peuvent provenir de Vers marins.

Nous avons donc partout devant nous une côte marine dans le sable de laquelle les animaux ont été enfouis soit par eux-mêmes, soit par le mouvement des vagues; c'est ainsi que leurs débris sont parvenus jusqu'à nous.

4. LOCLE.

Les calcaires blancs d'eau douce du Locle nous offrent une des pages les plus récentes de la flore miocène; ils proviennent d'une époque pendant laquelle la mer s'était retirée de ces régions. Ils furent formés à l'époque œningienne, au fond du lac qui couvrait alors ces localités; nous acquérons la preuve de sa présence par l'existence d'innombrables petits Crustacés, Cypris faba (fig. 205) d'Anodontes (A. Heerii May.), de Coléoptères aquatiques (Dytiscus Nicoleti), de Potamogéton et de Chara; d'autre part, les feuilles de Typha et de Roseaux nous indiquent que le littoral était marécageux. Le Sabal Ziegleri et une grande Prêle croissaient probablement aussi sur ces rives humides.

La flore de cette localité devait être très-riche en formes diverses, car le calcaire renferme les restes de 140 espèces, dont 104 arbres et arbustes. — L'arbre le plus abondant est le Laurus princeps; il est donc probable que la contrée était ornée d'une forêt de Lauriers. Il y avait aussi en abondance l'Andromeda protogæa et un Érable à petites feuilles, l'Acer decipiens. — Les Ambriers, les Peupliers et les Saules dont on retrouve 10 espèces, croissaient probablement sur les bords d'une rivière, tandis que les Protéacées à feuilles étroites, les Chênes verts et de nombreuses Légumineuses couvraient de préférence les endroits élevés et secs. Une des particularités de cette flore est la grande abondance des Protéacées et des Salsepareilles; ces dernières, sans doute sous la forme de plantes grimpantes et épineuses, montaient sur les arbres et les buissons et les enguirlandaient de leurs feuilles en forme de cœur.

5. LA MOLLASSE DU CANTON DE ZURICH.

ALBIS. HORGEN. ELGG. VELTHEIM. IRCHEL.

Dans l'ouest de la Suisse nous ne connaissons de flore de l'époque œningienne que celle du Locle, et un certain nombre d'arbres (principalement des Peupliers et des Saules) qui bordaient probablement le ruisseau venant des Vosges et coulant au travers de la vallée de Delsberg. Les cantons de Vaud, de Fribourg et de Berne, après que la mer helvétienne se fut retirée de notre pays, paraissent avoir été à sec et ne présentent pas de traces de lacs dans la boue desquels les débris de la flore du pays auraient pu venir s'enfouir. Pendant ce temps, l'est de la Suisse était immergé. Ici, comme pendant l'époque miocène inférieure, un grand lac d'eau douce recouvrait les cantons de Zurich et de Thurgovie; il reçut des cailloux roulés et des masses de sable qui formèrent notre mollasse d'eau douce supérieure. Nous en avons déjà parlé plus haut (page 349), et nous avons vu que les dépôts de lignite et les restes de plantes qu'elle renferme en plusieurs endroits prouvent que sur quelques points ce lac s'était transformé en tourbières et en marécages.

Nous avons reçu d'Albis, d'Irchel, de Stettfurt, de Berlingen et du Steckborn une grande quantité de feuilles appartenant à 60 espèces de plantes. Les arbres les plus communs et le plus généralement répandus sont les Peupliers (Populus latior, P. balsamoides et P. mutabilis), les Camphriers (Cinnamomum polymorphum) et de beaux Podogonium; on rencontrait aussi des Ambriers, des Lauriers, des Aunes, des Érables, des Cornouillers et des Nerpruns.

A Käpfnach nous sommes en présence d'un marais bourbeux. Le stinkkalk d'un brun jaune, rempli de débris de coquilles et de schistes marneux forme un lit aux couches de charbon et joue le rôle de blanc-fond. — Les schistes noirs qui traversent par places le charbon sont les dépôts vaseux de l'eau qui de temps à autre a envahi le marais. — On ne trouve

que quelques restes clair-semés de Roseaux, et çà et là quelques troncs de Palmiers comprimés et carbonisés appartenant probablement au Sabal (page 387). L'absence complète d'arbres feuillus semblerait indiquer qu'aux environs il n'y avait pas d'essences forestières. En revanche, on trouve de nombreux Mammifères qui ont perdu la vie dans ces marais comme le prouvent leurs os et leurs dents; nous en avons parlé précédemment.

On observe les mêmes faits à Elgg (2 lieues est de Wiuterthour). Ici encore nous rencontrons dans le lignite des dents et des os de Mammifères: la marne bleue qui les recouvre reuferme beaucoup de feuilles pressées les unes sur les autres. — Le marais tourbeux a été probablement envahi par les eaux en automne, et les dépouilles de la forêt ont été enfermées dans la vase; la formation de ces dépôts a pu par conséquent n'exiger qu'un temps relativement assez court. La plupart des feuilles appartenaient à un Figuier : le Ficus tiliæfolia; on retrouve également de nombreux rameaux du Glyptostrobus europæus; on rencontre plus rarement les restes d'un Érable à gros fruits : Acer otopterix et ceux de quelques Fougères.

A Herdern et à Oeningen on trouve aussi le Figuier qui paraît avoir été répandu dans toutes ces localités.

Le Singe dont nous avons parlé précédemment vivait dans les forêts de cet arbre; elles donnaient également asile au grand Mastodonte, aux Rhinocéros, à quelques espèces spéciales de Porcs et de Cerfs, ainsi qu'à l'Anchiterium, sorte de Cheval. — Sur les bords du lac, le petit Castor (Chalicomys minutus) construisait sa demeure avec art, tandis que la Loutre se cachait dans les troncs du rivage et que le Lagomys œningensis préparait son gîte entre les pierres.

Si les lignites d'Elgg annoncent une formation tourbeuse lente et tranquille, les grès de Veltheim (20 minutes au nord de Winterthour) nous apprennent au contraire que probablement à cette place coulait un ruisseau qui se jetait dans le lac. — Ces grès renferment beaucoup de gravier roulé et des morceaux de marne arrondis, ainsi que des dents de

grands Mammifères, tels que : Mastodon angustidens, Rhinoceros incisivus et Hyænælurus Sulzeri amenés là par les eaux ; il s'y trouve aussi de grandes Tortues qui ont vécu à l'embouchure d'une rivière.

On peut suivre ces grès jusqu'à l'Irchel ; en beaucoup d'endroits ils renferment des feuilles, principalement de Saules, de Peupliers et de Camphriers, qui ont été charriées dans ces bas-fonds.

Dans ces temps reculés, les environs de Zurich étaient probablement occupés par le fond d'un lac aux eaux basses ; çà et là poussaient des Chara habités par des Crustacés et des Mollusques aquatiques dont nous reconnaissons les débris à Schwammendingen et à la Faletschen. Le manque complet de feuilles d'arbres dans la mollasse de Zurich dénote que, dans le voisinage, le sol n'était pas occupé par des forêts. Les débris d'os et les dents d'un Mastodonte et d'un Rhinocéros trouvés près de la Weid et dans le tunnel de Wipkingen, indiquent que ces animaux furent entraînés par les eaux dans le lac. Dans le sud-ouest du canton, à l'Albis, on rencontre de nouveau dans le grès de nombreuses feuilles ; elles ont permis de reconnaître 27 espèces de plantes parmi lesquelles dominent encore les Peupliers et les Camphriers. Dans ces différentes localités les feuilles sont fort mal conservées ; elles gisent dans une roche à gros grains, et dans toutes les positions ; le courant les aura probablement emportées pêle-mêle en automne. — Heureusement nous avons sur les limites de notre Suisse un endroit où pendant de longues années les plantes et les animaux du pays environnant sont venus s'amasser, et nous sont parvenus dans un admirable état de conservation. C'est Oeningen, renommé déjà depuis 150 ans, et qui est dans le monde entier la mine la plus riche et la plus importante pour l'étude de la faune terrestre et de la flore de l'époque miocène ; nous allons examiner les conditions dans lesquelles les plantes et les animaux s'y présentent.

6. ŒNINGEN.

Là où le lac de Constance se rétrécit en un long chenal dirigé vers le Rhin, se trouvent à droite, sur la rive badoise, les localités de Wangen et

d'Oeningen. — Elles s'étendent sur le versant sud d'une chaîne de collines plongeant dans le lac dont les bras les entourent en partie. Si de Wangen ou d'Oeningen nous montons sur la hauteur, nous atteignons au bout d'une demi-heure environ les carrières qui renferment les pétrifications. Ces carrières se trouvent en réalité sur le territoire des communes de Wangen et de Schienen, mais les moines d'Oeningen ayant fait connaître les pétrifications dont il s'agit, elles ont pris le nom de cette dernière localité. — La roche a été attaquée à deux endroits, l'un à 550 pieds au-dessus du lac, l'autre à 150 pieds plus haut. Les couches des deux carrières ne correspondent pas entre elles; il est probable qu'elles proviennent de deux petits marais, ou peut-être aussi des deux extrémités d'un lac resserré dans son milieu. Le fond de la baie lacustre est formé de mollasse tendre au-dessus de laquelle repose immédiatement une marne argileuse qui empêchait l'écoulement de l'eau. Au-dessus de cette marne paraissent plusieurs bancs, soit de cette roche, soit de calcaire, qui ont une constitution différente dans les deux carrières.

Dans l'inférieure, immédiatement au-dessus d'une marne jaune, s'étend une couche de calcaire à grain extraordinairement fin, qui a un pouce d'épaisseur, et se délite en feuilles très-minces, jaunes ou grises. Dans cette couche on trouve des plantes et des Insectes parfois si bien conservés qu'ils ont l'apparence d'une peinture. — La couche à Insectes consiste environ en 250 lamelles ou feuilles dont la formation a certainement dû prendre un temps considérable pendant lequel les plantes et les Insectes venaient dans toutes les saisons s'ensevelir pour leur conservation dans ce livre de la nature. Les lamelles qui renferment les fleurs du Camphrier et des Peupliers datent du printemps; celles où sont empreintes les Fourmis ailées, les fruits des Ormes, des Peupliers et des Saules, proviennent de l'été; celles enfin où l'on retrouve les fruits du Camphrier, du Diospyros, de la Clématite et des Synanthères, ont été formées en automne. Ces matériaux ont dû être déposés dans une eau tranquille et loin de l'embouchure d'un fleuve. — Il y avait probablement dans ces parages des dégagements de gaz méphitiques ou des vapeurs

qui tuaient les Insectes traversant au vol ces lieux. La prodigieuse richesse d'Insectes que nous rencontrons à Oeningen nous porte à croire qu'ils représentent non-seulement ceux qui vivaient près du bord, mais aussi ceux d'une aire plus étendue et qui dans le cours des années sont venus se déposer là.

Au-dessus de cette couche à Insectes, se montrent plusieurs bancs de marne calcaire sablonneuse, et de calcaire d'un blanc bleuâtre ou d'un gris rougeâtre ; ces bancs renferment aussi par places des cailloux roulés que des courants d'eau ont charriés jusqu'au lac. Pendant cette période il ne se produisit aucune végétation locale aquatique, peut-être à cause des émanations dont nous avons parlé, et qui étaient nuisibles à son développement; nous ne retrouvons que les débris d'arbres feuillus et de Cyprès (Glyptostrobus) des forêts voisines mêlés à quelques petits morceaux de plantes apportés de loin par les vents.

Dans la carrière supérieure, au-dessus d'une marne compacte de couleur indigo qui recouvrait le fond du lac, on voit un calcaire bitumineux, solide qui a reçu le nom de *Kesselstein.* C'est la roche d'Oeningen la plus riche en plantes fossiles. Les feuilles dont la substance organique s'est conservée sont pour la plupart brunes ou d'un jaune brun et se détachent fort bien sur le fond blanc de la pierre. — Les plantes aquatiques proprement dites sont très-rares; en revanche, les tiges et les rhizômes de Roseaux et de Typha ne manquent pas. — Dans le voisinage des cannaies au milieu desquelles fleurissaient le bel Iris Escheræ, il se trouvait non-seulement des Ombellifères aquatiques recherchées par les Lixus, mais aussi des Joncs et des Cyperus.

La plupart des feuilles appartiennent à des arbres feuillus; l'arbre le plus commun est l'Acer trilobatum, viennent ensuite les Peupliers : P. latior et P. mutabilis, le Sapindus falcifolius, un Noyer, le Juglans acuminata, des Podogonium, arbres qui ont dû vivre dans le voisinage du bord. L'Érable et les Peupliers croissaient dans les endroits marécageux, ainsi que les Aunes, les Rhus (Fussets) et les Myrica.

Il est probable que les autres plantes ne croissaient pas dans les ma-

rais mêmes, mais vivaient dans les forêts plus ou moins humides du voisinage. Notons encore ici les Podogonium, les Sapindus et les Noyers qui étaient accompagnés d'un grand nombre d'autres arbres et de buissons; parmi eux on peut citer le Camphrier et les Cinnamomum, le Figuier à feuilles de Tilleul, les Diospyros, les Chênes à feuilles d'Oléandre, un Robinia, le R. Regeli, les Baguenaudiers (Colutea) et les Cæsalpinées.

Outre ces végétaux, le kesselstein renferme encore de nombreux Insectes terrestres et aquatiques ainsi que des Crabes. On n'y distingue cependant que peu d'espèces; mais le nombre des individus est fort grand, ce qui indique qu'ils vivaient dans le voisinage. Le kesselstein nous a donc conservé une partie du bord marécageux de ce lac. Nous y voyons d'abord les plantes et les Insectes qui habitaient dans les environs, et auxquels vinrent se mêler ceux qui vivaient à de plus grandes distances, et qui y arrivèrent soit en volant, soit entraînés par le courant.

Il paraîtrait que le kesselstein a dû prendre un temps considérable à se former, car nous y rencontrons les produits de toutes les saisons; par exemple, des plaquettes avec des fleurs de Podogonium, d'Érable et de Peuplier qui annoncent le printemps; d'autres avec des ailes de Fourmis et des Insectes d'été, avec des fruits de Peuplier et de Saule qui mûrissent en été; d'autres encore avec des fruits d'Érable, de Camphrier et de Platane, ainsi que des rameaux de Peuplier munis de leurs bourgeons tels qu'on les voit en automne sur les espèces actuelles.

Un peu plus haut, les plantes deviennent rares; dans la roche blanche compacte qui recouvre le kesselstein, il n'y a que quelques feuilles isolées de végétaux terrestres; mais on y rencontre de grands Brochets, la Grenouille géante, une petite espèce de Tortue, une fort belle Salamandre et des os de Lagomys. Dans la couche appelée *Dillstecken*, les plantes font complétement défaut. Il est probable que la rive du lac resta couverte par les eaux, mais que dans la suite l'embouchure de la rivière s'étant déplacée, cette localité se dessécha lentement. Par suite de ce dessèchement, le banc de marne calcaire se fendilla régulièrement; c'est

pourquoi nous en retrouvons toute la surface divisée en blocs quadrangulaires. C'est ainsi qu'on peut s'expliquer la présence des remarquables blocs à angles vifs qui constituent ce dépôt.

Après ce desséchement qu'on peut attribuer aussi à une influence volcanique, cette portion du pays fut de nouveau envahie par les eaux; il est probable qu'elles revinrent au même lieu, quand l'embouchure de la rivière s'en rapprocha une seconde fois. Une quantité considérable d'Anodontes (A. Lavateri) s'y établirent; ils couvrent maintenant la couche faisant suite au dillstecken. Les coquilles de ce Mollusque ont fait donner à cette couche le nom de *Krotenschüsselstein*. Cette roche est grossière et arénacée; ce qui prouve qu'à cette époque le sol était couvert de sable. Le fond du lac se trouvait dès lors bien préparé pour recevoir les Isoëtacées (Isoetes Braunii) qui se trouvent là en grande quantité, et qui devaient tapisser le fond de l'eau d'un gazon épais et vert. Il y avait aussi un Potamogeton (P. geniculatus) qui croissait en telle abondance que la roche en est sillonnée dans toutes ses parties, et en a reçu sa couleur foncée. Sur les bords nous rencontrons de nouveau les Roseaux, les Saules et les Peupliers. — Le nombre des espèces est restreint, de même que dans les couches suivantes qui ont reçu les noms de *Toile de coton, Feuillet noir, Couche à Tortues, Couche à Salamandres;* ce sont en effet les principaux endroits où l'on a trouvé soit des Tortues, soit des Salamandres. Il paraît que la profondeur du lac fut alors augmentée ou que le rivage s'éloigna, car nous ne retrouvons plus les feuilles qui auraient dû venir nager et s'enfouir dans l'eau. — Le feuillet noir seul renferme beaucoup de feuilles, mais presque exclusivement d'un seul Peuplier et d'un seul Saule, le Populus mutabilis et le Salix angusta; ce qui indique que ces deux espèces couvraient alors en grand nombre cette partie du rivage.

Après la couche à Salamandres, viennent environ 4 pieds d'un calcaire compacte qui a reçu le nom de *grand* et de *petit Mocken*. Le nombre considérable de Roseaux, de Typha et de Potamogeton dont est rempli le grand mocken nous avertit qu'alors les anciens bords du lac étaient de

nouveau immergés. Les Tanches qui caractérisent cette roche nous signalent aussi un fond bas et vaseux. Peu à peu cependant les plantes disparaissent, et le petit mocken ne possède aucune trace de végétation. Peut-être cet endroit se trouvait-il à ce moment au milieu de l'embouchure du fleuve.

Au-dessus des mocken nous retrouvons l'eau calme avec des Chara et des Ulvées (Enteromorpha stagnalis) au milieu desquelles vivaient en grand nombre des larves de Libellules. On les trouve par centaines dans cette roche appelée *Couche à Libellules*, quoique fort peu de ces Névroptères nous soient parvenus en bon état. — Les autres Insectes sont très-rares; en fait de plantes terrestres on ne rencontre que quelques petites feuilles d'un Ormeau, d'un Weinmannia et d'un Edwardsia. Les grandes feuilles manquent complétement, ainsi que les plantes riveraines, par exemple, les Roseaux et les Typha. Il semble que cette place s'était transformée en une baie calme dont les bords étaient presque dépourvus de végétation, et qui n'était plus en communication directe avec la rivière; celle-ci continuait sans doute ailleurs à charrier des feuilles dans le lac. Il n'y eut plus que les petites feuilles et quelques plantes croissant non loin du bord qui y furent apportées par le vent. Nous avons déjà dit (page 452) que des larves de Libellules de tout âge gisent pêle-mêle sur quelques plaquettes; ce qui semblerait prouver qu'elles ont été tuées subitement, et qu'elles furent enveloppées par la vase d'un blanc de neige. Il serait difficile d'expliquer autrement que par un événement extraordinaire et violent cette abondance de larves de Libellules ensevelies sous leur linceul de pierre, les unes dans la position du repos, les autres dans l'attitude de la course. Il est également difficile de comprendre pourquoi, pendant la formation des couches supérieures et du kesselstein, les Libellules n'ont pas vécu dans cette localité. On peut cependant admettre que n'ayant pas été troublées dans leurs métamorphoses, elles s'élevèrent dans l'air sans laisser de traces de leurs larves. Déjà dans la couche suivante elles manquent complétement. Les Potamogeton reparaissent, et avec eux de nombreux Poissons du genre Leuciscus. La couche qui

suit est privée de Poissons et de plantes; la roche dont elle est formée est riche en bitume et se nomme *Mollenstein*. On y a rencontré de belles dents d'un Mastodonte (M. tapiroides). Cette place du lac était donc de nouveau devenue déserte, et le rivage, sur une grande étendue, était aussi privé de végétation. La marne calcaire sablonneuse qui vient après le mollenstein est également pauvre.

Ces deux dernières couches ayant dans un faible périmètre une épaisseur très-variable (½ pied à 5), l'embouchure de la rivière a dû sans doute occuper cette place pendant la formation des couches calcaires subséquentes appelées *Déblais*; ces dépôts se sont probablement formés dans une eau plus tranquille; on commence à y rencontrer de nouveau quelques feuilles de Peuplier et de Camphrier, qui prouvent que ces couches, les dernières et les plus récentes, appartiennent encore à la même époque que les couches inférieures. Avec elles se clôt la formation œningienne.

Il ressort de l'exposé qui précède que dans le cours des âges, et à cette place même, il y eut dans le lac d'Oeningen de grandes transformations qu'on peut attribuer pour la plupart à la rivière qui avait là son embouchure; il est possible aussi qu'un relèvement et un affaissement du sol provenant de mouvements volcaniques y aient contribué.

M. Arnold Escher de la Linth a démontré la réalité de l'action d'un volcan par le fait que dans le lit du ruisseau, au-dessous,de la carrière inférieure, il se trouve une couche spéciale volcanique de couleur foncée. Cette roche rappelle de très-près la, phonolithe et le basalte d'Höhgau par ses grains en pisolithe, par ses fragments calcaires et ses morceaux de granit noirâtre à grain fin, arrondis ou anguleux et de la grosseur du poing. On retrouve la même pierre sur le chemin entre le Solenhof et Langenmoos, au-dessus et au-dessous du niveau de la carrière supérieure. La terre arable, argileuse, d'un brun foncé, des environs immédiats de la carrière supérieure provient également d'un volcan; elle ressemble au sol d'Höhgau qui provient de la décomposition des tufs. La présence de ces roches volcaniques dans les combes qui entourent la carrière d'Oenin-

gen est l'indice probable qu'il y eut là, pendant l'époque miocène supérieure, ainsi qu'à Höhgau, des éruptions de volcan qui amenèrent à la surface du sol des fragments de calcaire et de granit arrachés aux profondeurs de la terre. — Il est probable que le sol mollassique de cette contrée subit une dépression en forme de courbe et se transforma en lac par l'arrivée de l'eau.

Les plantes que renferment les tufs de Hohenkrähen étant identiques à celles d'Oeningen, sont un témoignage que les phénomènes volcaniques de Höhgau furent contemporains des éruptions d'Oeningen. Dans le Wurtemberg septentrional, près d'Ochsenwang (au midi de Kirchheim), on rencontre aussi un tuf basaltique de couleur foncée dont les plantes et les Insectes fossiles prouvent la contemporanéité avec la formation œningienne.

Pendant l'époque miocène supérieure, Oeningen était donc à beaucoup d'égards un endroit remarquable. C'était une des principales localités où les plantes et les animaux devaient être conservés pour les âges futurs; ils nous enseignent non-seulement l'histoire de chaque couche, mais ils nous permettent de jeter un regard profond sur la nature organique de cette lointaine période.

Voici, en plantes et en animaux, le résumé des richesses de cette localité :

Nombre des espèces de plantes découvertes jusqu'en 1865 à Oeningen *.

Cryptogames.	43
Gymnospermes.	12
Monocotylédones.	57

* J'ai décrit dans ma Flore tertiaire suisse 465 espèces d'Oeningen ; depuis lors j'en ai reçu 10 nouvelles, savoir : Smilax Targionii Gaud., Sparganium alternans, Myrica Studeri Hr., Cypselites Parlatorii et C. pulchellus, Bignonia Damaris Hr., Myrsine gracilis, Rhus hydrophila Ung. sp., Myrtus œningensis et Cratægus Buchiana, sur lesquelles 9 sont nouvelles aussi pour la flore suisse, dont le nombre d'espèces s'élève ainsi à 929.

Apétales	86
Polypétales	169
Gamopétales	66
Non classées	42

Nombre des espèces d'animaux découvertes jusqu'ici à Oeningen :

Mollusques	4
Crustacés	7
Araignées et Acariens	29
Insectes	826
Poissons	32
Reptiles	12
Oiseaux	6 (?)
Mammifères	6

On a retrouvé dans notre mollasse 143 espèces de plantes d'Oeningen; mais la plupart sont spéciales à cette localité. Un grand nombre d'entre elles étaient sans doute répandues aussi dans notre pays, mais elles ne nous ont pas été conservées. On peut en dire autant des animaux, parmi lesquels surtout les Insectes et les Araignées qui, avec leur organisation si délicate, ont trouvé à Oeningen des conditions de conservation exceptionnelles et telles qu'il ne s'en rencontre presque nulle part ailleurs sur la terre.

En examinant les plantes et les animaux que ces terrains nous ont livrés, on peut se représenter le riche tapis de végétation qui ornait ces contrées, ainsi que la faune variée qui animait les eaux, les forêts et les prairies; on jouit de la sorte du privilége de jeter un coup d'œil rétrospectif sur l'admirable création organique de cet âge reculé. Ce spectacle est bien différent de celui qui s'offre à nos yeux maintenant. Si nous montons depuis les carrières d'Oeningen jusque sur la hauteur du Schienerberg, cette montagne nous offre l'ensemble des richesses actuelles du monde végétal. Si nous nous plaçons sur les ruines de l'antique Schrotz-

burg, nous apercevons de cette hauteur boisée les fertiles coteaux de la Thurgovie où les vignobles et les vergers disputent le sol aux prairies et aux cultures. Notre regard qui plonge dans l'azur du lac de Constance est arrêté au sud par de hautes montagnes; en nous tournant au nord, nous pouvons contempler une vaste plaine doucement ondulée du milieu de laquelle s'élèvent les cônes volcaniques du Höhgau. Devant nous, s'étale un riche tableau rempli de vie et ennobli par l'industrie humaine, tandis que le sol que nous foulons renferme l'image d'un monde passé bien plus riche encore, et qu'il nous est donné de pouvoir admirer.

CHAPITRE XI

LE CLIMAT DU PAYS MOLLASSIQUE

Ce climat peut être fixé par la flore et la faune. — Il a dû être subtropical. — Preuves fournies par le nombre des espèces de plantes et d'animaux, par celui des arbres toujours verts, par la marche des saisons, le développoment de la nature végétale et le caractère de la flore. — Plantes types des tropiques, des zones tempérées et des zones chaudes. — Il s'est produit pendant la période mollassique un certain abaissement dans la température. — Appréciation plus exacte du climat de la périodo miocène. — La faune terrestre et la faune marine sont en harmonie avec la flore et conduisent au même résultat.—Répartition de la chaleur suivant les zones.

Les plantes et les animaux du monde primitif ont obéi, on n'en peut douter, aux mêmes lois que ceux de nos jours. — Ainsi que maintenant, chaque espèce avait besoin pour son développement d'une quantité déterminée de lumière et de chaleur, d'air et d'eau; son extension sur la surface de la terre était intimement liée à ces conditions, comme c'est le cas de nos jours. Parmi ces agents vitaux, la répartition de la chaleur et de l'eau a eu la plus grande influence sur l'area des espèces, qni ont ainsi trouvé des limites fixes. Les plantes et les animaux fossiles devront par conséquent nous donner d'importants renseignements sur le climat des époques primitives. Tout botaniste connaissant la géographie des plantes, et à qui l'on présente une collection de végétaux peut reconnaître à quel climat elle appartient.

La même observation est vraie pour les faunes, surtout pour celle des

Insectes dont les espèces sont bien caractérisées suivant les climats. — Or, si nous pouvons, d'après les plantes et les animaux vivants, reconnaître le climat du pays auquel ils appartiennent, il sera aussi possible d'établir de semblables rapports pour les espèces fossiles, et avec d'autant plus de certitude que les matériaux seront abondants et que les animaux et les plantes seront proches parents des plantes et des animaux contemporains.

Le monde organique de l'époque tertiaire nous fournit ces données, car il renferme une grande richesse d'espèces et se rapproche beaucoup du nôtre. Cette période possède dans sa faune marine de nombreuses espèces dont la parenté avec les nôtres va jusqu'à l'identité, et dont la similitude va si loin pour les plantes et les animaux terrestres qu'il y a entre elles *homologie*, c'est-à-dire un rapport si complet que très-probablement les espèces tertiaires doivent être considérées comme les ancêtres des nôtres. Nous sommes par conséquent bien fondés à conclure qu'autrefois les mêmes espèces ont vécu dans des conditions climatériques analogues à celles de nos jours. S'il s'agissait d'un nombre restreint d'espèces, il serait peut-être permis de dire qu'étant douées d'une grande force vitale elles ont pu supporter un climat plus froid; mais en présence d'une faune et d'une flore aussi riches que celles de notre mollasse, cette hypothèse doit être rejetée. — L'ensemble des données qui sont à notre disposition sur la vie des plantes et des animaux soit terrestres, soit marins, nous conduit à conclure pour notre pays mollassique à un climat beaucoup plus chaud que celui de nos jours et à peu près subtropical. Nous passerons encore une fois en revue les principaux motifs sur lesquels s'appuie notre théorie relativement à cette période.

Nous avons vu p. 355 et suiv. que la flore mollassique était beaucoup plus riche en espèces que celle de notre époque, et que cette proportion numérique ne se rencontre actuellement que dans les contrées subtropicales. Les Insectes, les Reptiles et les Mammifères présentent également une richesse d'espèces vraiment étonnante et telle qu'on n'en rencontre que dans les pays méridionaux; l'existence d'une faune semblable ne

pouvait se maintenir que par une végétation exubérante. Nous jugerons de la disproportion numérique de la flore de cette époque comparée à la flore actuelle de notre Suisse en constatant que les arbres et les arbustes mollassiques dépassaient de beaucoup en nombre les espèces réunies de la Suisse et de l'Allemagne de nos jours. Ce qui est plus concluant encore, c'est le nombre des arbres à feuillage persistant (environ $^3/_5$ à $^2/_3$) qu'on a pu déduire soit de la consistauce coriace des feuilles, soit de l'analogie avec les espèces très-voisines qui vivent actuellement. — Cette proportion ne se rencontre que sous les zones chaudes (voy. p. 361) et ne pourrait subsister dans un pays à hivers rigoureux tels que nous les avons maintenant dans l'Europe centrale. Un seul hiver comme le dernier, par exemple, ruinerait complétement des forêts d'arbres semblables.

Ces faits sont en harmonie avec la marche des saisons, sur laquelle Oeningen et les marnes de la Schrotzburg nous ont donné de précieux renseignements. On sait que les phases successives et invariables du développement des végétaux sont liées aux saisons, et que le climat exerce une grande influence sur ces phases, non pas au point de les changer, mais du moins d'en accélérer ou d'en retarder la marche. Toutefois cette influence ne s'exerce pas au même degré sur toutes les plantes; les unes en sont plus affectées, les autres moins; c'est pourquoi l'époque de la floraison, par exemple, n'est nullement la même sous des latitudes différentes. Au nord ces époques sont plus espacées et plus prononcées; au sud au contraire, elles sont plus rapprochées. Si donc nous parvenons à découvrir quels arbres de l'époque tertiaire se feuillaient et fleurissaient en même temps, nous obtiendrons par là des données importantes sur le climat de notre pays dans ces âges reculés. Nous atteindrons notre but en soumettant à un examen attentif les plantes et les Insectes gisant ensemble sur les mêmes plaquettes. Si ces organismes sont bien conservés et reposent sur la même face de la pierre, nous devrons en conclure qu'ils ont été enfouis en même temps dans la vase. Nous devons surtout ne pas perdre de vue que les objets dont l'enfouissement a été rapide nous sont

seuls parvenus, tandis que ceux qui flottèrent quelque temps dans l'eau se pourrirent et furent détruits *.

Une minutieuse comparaison des nombreuses plaquettes d'Oeningen et de la Schrotzburg a démontré que pendant l'époque miocène les phases du règne végétal se succédaient dans le même ordre que de nos jours sous les zones subtropicales. Sur la même plaquette de la Schrotzburg on voit les fleurs du Camphrier tout à côté des fleurs mâles d'un Saule (Salix varians), de feuilles de Platanes, de l'Ambrier et de l'Érable. Les Saules et les Camphriers fleurissaient donc à la même époque, et à ce moment-là les Platanes avaient déjà non-seulement leurs feuilles, mais aussi leurs fleurs. — Les fleurs du Peuplier apparaissaient aussi à la même époque, car sur une autre plaquette on reconnaît à côté de chatons mâles de Peuplier (Populus latior) des feuilles de Platane, d'Ormeau,

* On doit par conséquent refuser toute valeur sous ce point de vue aux recherches de Lindley (A fossil flora of Britain, p. 75 et suiv.) qui avaient pour but de déterminer, d'après la résistance des végétaux à la décomposition, quelles sont les espèces de plantes qui se seraient pétrifiées et celles qui auraient disparu sans laisser de trace. Il mit un certain nombre de plantes dans un récipient rempli d'eau et les y laissa deux ans; après quoi, il examina lesquelles avaient disparu et lesquelles étaient encore reconnaissables. Parmi les premières, il cite toutes les Mousses et les Prêles, les feuilles de Platane, de Charme, de Houx, d'Andromeda, de Myrte et les Graminées, etc.; parmi les dernières, il mentionne les Fougères, les Cycadées et les Conifères. Lindley explique ainsi le manque de Dicotylédones et la prédominance des Fougères et des Gymnospermes dans les anciennes formations. Cependant les Mousses jouent un grand rôle dans nos marais tourbeux, et on a trouvé des gazons fort bien conservés non-seulement dans les tourbes anciennes (par exemple des habitations lacustres et de l'ancienne époque romaine), mais encore dans la mollasse qui est bien plus ancienne; il y a là une preuve bien claire qu'en de certaines circonstances les Mousses délicates ont pu se conserver; on peut en dire autant de toutes les autres plantes que Lindley a représentées comme ne pouvant pas se conserver au delà d'un temps peu considérable. En effet, nous trouvons en abondance dans notre mollasse les feuilles de toutes les plantes sus-nommées, à côté d'autres Dicotylédones en nombre et en proportion beaucoup plus considérable que les Fougères. Toutes ces Dicotylédones protestent donc par leur présence contre l'opinion de Lindley et mettent à néant ses conclusions. Nous sommes convaincu que pas une seule espèce du monde primitif ne nous fût parvenue si la nature avait suivi la méthode appliquée par Lindley. Mais elle a heureusement confié aux roches dans de nombreuses localités les plantes et les animaux de telle manière que même leurs traits les plus délicats ont été préservés de la destruction.

d'Ambrier et de Peuplier. Cette simultanéité ne se rencontre plus actuellement dans notre pays et dans les zones tempérées. — Le Saule mentionné ci-dessus est un proche parent du Salix fragilis qui fleurit chez nous à la fin d'Avril et au commencement de Mai; les Platanes ne se feuillent et ne fleurissent que plus tard; vers le milieu de Mai, ils sont encore nus, et ce n'est que depuis ce moment qu'ils commencent à bourgeonner; les feuilles apparaissent très-lentement et avec elles les chatons. Vers la fin du mois, le feuillage est déjà plus développé et ils sont en pleine fleur; mais ce n'est que plus tard encore que le feuillage acquiert son complet développement. — Au moment où le Salix fragilis commence à fleurir, les Platanes, chez nous, sont encore complétement dépouillés, et il s'en faut de 3 à 4 semaines pour que leurs feuilles soient entièrement développées. Si nous admettons que la floraison du Salix fragilis dure quinze jours, nous aurons encore un espace de une ou deux semaines entre sa défloraison et le moment où les Platanes se feuillent. — Cela se passe autrement sous les latitudes méridionales. — A Madère, les Platanes sont également dépouillés en hiver; depuis le milieu jusqu'à la fin de Mars, les bourgeons commencent à s'ouvrir, et aux premiers jours d'Avril les fleurs et les jeunes feuilles apparaissent; au milieu du mois, ces arbres sont complétement feuillés. — Le développement des feuilles et des fleurs commence donc, dans les environs de la ville de Funchal, un mois et demi à deux mois plus tôt qu'à Zurich.

Notre Salix fragilis manque, il est vrai, à Madère, mais on y rencontre le Saule des Canaries qui est proche parent de notre Salix fragilis et du Saule mollassique dont nous avons mentionné plus haut les fleurs, et qui est le représentant de ces deux espèces dans les îles de l'Atlantique. Le Saule des Canaries commence, il est vrai, à fleurir un mois avant le Platane, mais le temps de la floraison dure ici beaucoup plus longtemps et continue jusqu'à la fin d'Avril, de sorte qu'à Madère les Saules et les Platanes ont en même temps leurs fleurs et leur feuillage complet. Ces phases du développement se trouvent donc coïncider parce que les époques de floraison durent plus longtemps et ne sont en général aussi limi-

tées que sous les latitudes septentrionales. Plusieurs arbres donnent des fleurs et des fruits pendant toute l'année ; et chez ceux qui ont des époques déterminées elles sont beaucoup moins tranchées et empiètent les unes sur les autres plus que dans nos climats tempérés. — C'était le cas dans nos régions mollassiques, ainsi que le prouvent la plaquette avec les fleurs de Saule et les feuilles de Platane, et celle qui contient des chatons femelles du Salix Lavateri et les feuilles de l'Ambrier. — Si nous supposons que ces arbres tertiaires ont fleuri et se sont feuillés en même temps, comme c'est actuellement le cas pour leurs congénères de Madère, il en résulte que cette époque tombait sur la fin de Mars. — La présence des fleurs du Camphrier à côté de celle des Saules et des feuilles de Platane s'explique parfaitement aussi ; car c'est précisément au même moment que fleurit cet arbre dans les jardins de Madère. Ce fait donne à notre supposition un haut degré de probabilité.

Nous arrivons aux mêmes résultats si nous examinons les fleurs du Peuplier. Le Peuplier d'Italie commence à fleurir à Funchal à la fin de Mars, c'est-à-dire à la même époque que le Platane, tandis que chez nous et en Allemagne ce n'est guère qu'un mois plus tard. Nous avons cependant vu plus haut que sur une plaquette de la Schrotzburg on voyait à côté des fleurs mâles du Peuplier des feuilles de Platane qui n'apparaissent jamais avant les fleurs. En comparant les feuilles * qu'on rencontre sur les mêmes plaquettes, on voit de plus qu'à l'époque de la floraison des Saules et des Peupliers, c'est-à-dire à la fin de Mars, les Charmes

* Ces rapports des végétaux entre eux sont exposés d'une manière détaillée dans mon ouvrage « die Flora und das Klima des Tertiärlandes, p. 59 et suiv.» (Recherches sur le climat et la végétation du pays tertiaire, trad. de Ch.-T. Gaudin, Winterthour, p. 60 et suiv.) Dans ces recherches, il ne faut pas perdre de vue que les feuilles de beaucoup d'arbres, du Hêtre par exemple, dont la chute a lieu en automne, se conservent en bon état sur le sol des forêts pendant un temps assez long, tandis que d'autres (Érable) se décomposent rapidement. Les premières peuvent donc fort bien avoir été entraînées au printemps ou en automne. Mais si les feuilles sont encore attachées aux rameaux ou si elles ne sont pas encore arrivées à leur développement complet ou si les dents et les lobes sont bien étalés et bien conservés, on peut admettre qu'elles ont été enfouies de suite après leur chute.

avaient déjà des feuilles, tandis que chez nous elles ne commencent à pousser qu'au milieu de Mai. — A la fin de Mars, également, les Ormeaux et les Érables étaient couverts de feuilles. — Bref, nous voyons que les arbres à feuilles caduques les développaient comme aujourd'hui sous les zones chaudes un mois à un mois et demi plus tôt que sous nos climats. — Nous savons que pendant l'époque de la mollasse supérieure, les arbres et les arbustes à feuillage persistant formaient presque la moitié des végétaux ligneux. Quant aux arbres à feuillage caduc, ils gardaient leurs feuilles pendant un temps beaucoup plus long que leurs congénères de notre flore; la simultanéité de leur floraison et de leur frondaison indique un climat beaucoup plus doux que celui que nous avons maintenant. Cela ressort aussi de la présence de certains fruits. Les fruits charnus des Laurinées auraient été promptement détruits s'ils fussent restés pendant quelque temps exposés à l'influence atmosphérique. Mais nous trouvons un fruit de Cannellier (Cinnamomum Scheuchzeri) avec des feuilles du même arbre tout à côté de chatons de Peuplier; ils ont été par conséquent enfouis au printemps. Cet arbre portait donc probablement à cette époque des fruits mûrs comme le Persea indica L. sp. des Canaries. — Nous en avons encore un second indice : un fruit semblable est accompagné sur une autre plaquette de feuilles et d'écailles de bourgeons du Camphrier telles qu'on en voit au printemps. — Si donc le Cinnamomum Scheuchzeri portait des fruits pendant l'hiver, c'est que le climat était très-doux.

Nous venons d'examiner des végétaux qui ont des proches parents dans la flore actuelle ou qui sont leurs homologues; c'est pourquoi nous avons pu comparer leurs phases de développement à celles qui se présentent à notre observation directe. Mais nous pouvons également tirer des inductions des types perdus de quelques plantes, car les Insectes nous viendront en aide dans cette recherche. — Sur une plaquette d'Oeningen, à côté des fruits mûrs de Podogonium, nous rencontrons des Fourmis ailées. Ce sont les Formica lignitum et les F. pinguis, qui sont très-proches parentes de la Formica herculeana. — Celle-ci est ailée depuis le commen-

cement jusqu'au milieu de l'été, et abandonne ses fourmilières en troupes immenses pour s'accoupler dans les airs. Elles annoncent par conséquent l'été comme toutes les Fourmis ailées qui souvent apparaissent en bataillons innombrables et trouvent la mort par milliers dans nos lacs. La présence de Fourmis ailées à côté de fruits de Podogonium nous permet de croire que les fruits de ces arbres étaient probablement déjà mûrs en été. — Il faut donc que les fleurs aient apparu daus le premier printemps; c'est là ce que confirme un rameau de Peuplier encore sans feuilles et portant des bourgeons non développés; on l'a trouvé à côté d'un rameau de Podogonium ayant des fleurs, mais également dépourvu de feuilles. Il suit de là que chez le Podogonium les fleurs apparaissaient avant les feuilles, comme c'est la règle chez les arbres et les arbustes qui fleurissent de très-bonne heure. Il était cependant feuillé vers la fin de Mars, comme le prouve une feuille trouvée à côté de fleurs de Saule.

Toutes ces déductions basées sur des faits bien établis nous permettent de nous représenter la marche des saisons dans ces âges reculés.

Cette marche des saisons à Oeningen était vraisemblablement la suivante : Les Podogonium (fig. 196) étaient probablement les premiers arbres en fleur dans nos forêts primitives. — En Mars venaient les Saules et les Peupliers, bientôt après les Platanes et les Camphriers, sans doute aussi les Érables, les Ambriers et les Noyers; chez ces arbres les feuilles se développaient en même temps que les fleurs. Dans le même mois les arbres à feuilles caduques, qui avaient perdu leur feuillage dans l'arrière automne, reprenaient leur livrée verte. A cette époque de l'année il y avait sans doute de fréquents orages et des pluies abondantes. Les feuilles, les fleurs et les rameaux arrachés aux arbres et aux buissons étaient entraînés dans les lacs et ensevelis dans la vase; c'est pourquoi nous rencontrons en grand nombre des gisements de plantes fossiles enfouies au printemps. — Dans le milieu de Mai les fruits des Peupliers et des Saules mûrissaient; puis, emportés par le vent, ils étaient jetés dans l'eau, avec des feuilles entre lesquelles nous les retrouvons fréquemment, surtout à Oeningen. A cette époque aussi les fruits ailés des Ormeaux, détachés

par le vent, étaient emportés au loin ; on les retrouve aujourd'hui dans la couche à Insectes de la carrière inférieure d'Oeningen. Au milieu de l'été, les fruits à longs pédoncules des beaux Podogonium arrivaient à maturité, ainsi que ceux des Bouleaux et des Poranées qui sont renfermés au milieu des mêmes pierres. C'est là que gisent d'innombrables légions de Fourmis ailées qui fréquentaient pendant les soirs d'été les bords du lac en compagnie de nombreuses Mouches et de grands Termites ; il n'était pas rare non plus que, s'aventurant au-dessus des eaux, elles y trouvassent la mort. Les Cigales dans les Frênes, et de nombreux Grillons dans l'herbe faisaient entendre leur chant monotone, tandis que les petites Aphrophores spumaires poussaient leur cri. On pouvait entendre dans le voisinage des marais le concert des Grenouilles géantes et des Crapauds. De nombreux Coléoptères étaient occupés à manger les déjections des Mammifères qui venaient de la forêt voisine pour s'abreuver. Plusieurs de ces Coléoptères s'élevaient en l'air et partageaient souvent le sort des Fourmis. Ils vinrent ainsi s'ajouter à la riche collection d'Insectes qu'Oeningen nous a conservée. Un petit Coléoptère, l'Hister coprolithorum Hr., s'est rencontré sur une plaquette avec un fruit de Podogonium et une Fourmi ailée; nous voyons par là qu'il avait passé l'été sur les bords du lac d'Oeningen.

Nous arrivons à l'automne. Les Platanes et les Ambriers conservaient jusqu'au printemps, ainsi que de nos jours, leurs agglomérations globuleuses de fruits, qui furent enfouis avec les fleurs et les pousses du printemps dans la vase, transformée plus tard en marne molle. Ces arbres, comme en général la plupart de ceux à feuillage caduc, conservant leur feuillage beaucoup plus longtemps que ceux de notre pays, n'en étaient dépouillés que vers la fin de l'année.

Tandis que ces mêmes arbres avaient un temps déterminé de repos dans les phases annuelles de leur développement, d'autres gardaient leur feuillage durant l'hiver. Beaucoup d'entre eux portaient des fleurs et des fruits pendant toute l'année. Ainsi, la vie ne disparaissait jamais entièrement de ces forêts primitives; elle se renouvelait toujours en répandant

à profusion ses richesses, et rappelait ces zones bénies où de nos jours la nature n'est jamais en repos.

Ces considérations générales sur notre flore mollassique nous font déjà connaître les conditions climatériques qui ont présidé au développement de la nature. Nous devons cependant étudier encore isolément les plantes qui faisaient partie de cette flore pour déterminer dans quel cadre climatérique se trouvent aujourd'hui les espèces vivantes homologues ou du moins parentes.

Si nous réunissons les espèces de notre flore mollassique, qui peuvent se comparer avec les espèces vivantes, nous en trouvons : 131 rappelant celles des zones tempérées *, 266 celles des zones chaudes et 85 celles des zones tropicales. — La majorité dénote donc une zone chaude ou un pays ayant comme température moyenne de l'année de 15 à 25° C. et se trouvant entre les 45° et 24° de latitude nord ; c'est donc une zone fort large. Mais une étude plus approfondie des formes végétales les plus importantes nous permet cependant de la restreindre.

En examinant de près les formes tropicales nous remarquons tout d'abord quelques Fougères (p. 372), des Palmiers à feuilles pennées, des Poranées, des Cœsalpinées, des Cassia et de vrais Acacias. Il est certain que ces végétaux n'auraient pu supporter les hivers des zones tempérées ; mais il est très-probable qu'un climat comme l'est actuellement celui de Madère, leur aurait suffi ; en effet, on voit aujourd'hui parvenir à

* J'ai compris sous le nom de tropiques (ou zone torride) les pays situés entre les deux tropiques ; sous celui de zones chaudes : le sud des États-Unis, le pays montagneux du Mexique, les pays méditerranéens, l'Asie Mineure, le Caucase méridional, la Perse, l'Inde septentrionale, le Japon, le Chili, le Cap et les contrées australiennes qui ne sont pas tropicales. Je compte comme appartenant à la zone tempérée : les pays de l'hémisphère boréal qui sont situés entre le 45e et 58e degré de latitude nord. En Amérique, j'ai compris la Virginie et le Kentucky dans les États du Nord. Cette ligne d'après A. Gray est la séparation la plus naturelle des États plus chauds du Sud et de ceux plus froids du Nord. Je ferai remarquer ici que les nombres indiqués ci-dessus ne sont pas le résultat d'une addition de ceux de la page 424, car cette addition n'aurait pas conduit à une estimation juste, puisque la même espèce apparait sous plusieurs rubriques aussi souvent que son espèce analogue et vivante se trouve sur différents continents ou sous différentes zones.

une parfaite maturité dans les jardins de Funchal les fruits du Ficus elastica, de l'Eugenia, des Cæsalpinia, des Cassia et de huit espèces d'Acacia, par exemple les A. lophanta et dealbata ; on doit en dire autant des fruits du Pisang, du Mango indien, des Goyaves et des Ananas. En fait de Palmiers, ceux à éventail s'étendent jusqu'à la zone chaude et le Palmier nain (Chamærops humilis L.) se rencontre sur les côtes sud de l'Espagne, de la Sicile et à Naples ; Nice (sous le 43°,41 de lat. et à 15°,6 de température moyenne) forme sa limite septentrionale. Le Palmier nain de la Chine (Chamærops excelsa Thunb.) est plus robuste, car il résiste à l'hiver dans le sud de l'Angleterre. En Amérique, le Palmier des marais (Sabal Adansoni Guerns) remplace ce Palmier nain ; il est fort commun dans les marais de la Floride, de la Nouvelle-Géorgie et de la Caroline ; il s'étend jusqu'au 35me degré de latitude nord, et supporte l'hiver encore à Montpellier. — Le Palmier parasol des Antilles (Sabal umbraculifera Jacq. sp.) est beaucoup plus grand, mais son aire est beaucoup plus restreinte. Les Palmiers à feuilles pennées de notre mollasse diffèrent beaucoup de toutes les espèces vivantes ; deux d'entre eux forment des types éteints, deux autres peuvent être comparés à des genres tropicaux, mais nous ne leur connaissons aucun homologue ou proche parent dans la flore actuelle. Ils peuvent donc avoir été organisés pour un climat moins chaud que celui où vivent leurs congénères.

Parmi les Palmiers à feuilles pennées de notre époque, le Palmier cérifère d'Amérique semble prospérer dans une température peu élevée ; en effet, il se rencontre dans les Cordillières à des hauteurs considérables où l'été est assez frais, mais l'hiver peu rigoureux ; car sous les tropiques les températures extrêmes ne se font pas sentir. Le Dattier est de tous les Palmiers à feuilles pennées celui qui dans l'ancien monde s'étend le plus au nord ; mais ses fruits ne mûrissent que très-rarement, même dans les contrées les plus chaudes de l'Europe (à l'exception d'Elche en Espagne). Il leur faut une température moyenne de 20° pour arriver à une maturité complète.

Ces types de végétaux tropicaux nous empêchent d'admettre, pour no-

tre pays mollassique, un climat tempéré et surtout des hivers froids, mais d'autre part, les plantes dont les équivalents actuels vivent sous les zones tempérées et ne vont pas jusqu'aux tropiques, nous indiquent qu'à cette époque notre pays n'avait pas le climat de la zone torride. Toutes les formes alpines et septentrionales qui constituent de nos jours une partie importante de la flore de notre pays, manquent complétement à notre flore miocène; mais nous y rencoutrons un assez grand nombre d'espèces dont les proches parents vivent actuellement dans les plaines basses de l'Europe moyenne ou du nord de l'Amérique. La plupart d'entre elles s'étendent cependant jusque dans la zone chaude ; ainsi à Madère le Pteris aquilina est aussi commun que chez nous, et on le reucontre aussi au Japon et en Californie. — Les parents de nos Prêles vont jusqu'au sud des Etats-Unis; l'Isoëtes et le petit Potamot se trouvent même au Brésil et dans les Indes. — Le Phragmite commun vit en Italie, au Caucase, au Japon et en Amérique, le Typha latifolia en Crimée et dans le sud de la Caroline, le Sparganium ramosum en Perse et dans la Caroline, les Joncs à Madère et dans les îles Canaries; l'Érable rouge s'étend jusqu'au sud des Etats-Unis. Toutes ces espèces rappellent des formes miocènes, et nous les avons considérées comme appartenant aux zones tempérées.

D'autres plantes des climats tempérés auxquelles la culture a donné une aire artificielle plus étendue, nous montrent qu'elles peuvent supporter des températures plus élevées; ainsi l'on voit à Madère les Platanes, les Peupliers et les Noyers; on rencontre dans les jardins publics du sud de l'Espagne des Ormeaux magnifiques et des Peupliers argentés à côté de la Melia Azedarach et de la Phytolacca dioica. Il nous sera facile dès lors de comprendre comment il se fait que nous trouvions dans notre flore mollassique des types de plantes des zones tempérées, pourvu du moins que nous admettions qu'à cette époque notre pays avait un climat analogue à celui de Madère. — Il faut en outre tenir compte du fait que les plantes des zones tempérées souffrent beaucoup moins d'une température élevée que celles des pays chauds ne souffrent du froid. C'est

plutôt l'excessive sécheresse en été que la grande chaleur elle-même qui empêche ces plantes des climats tempérés de s'étendre plus au midi.

La réunion de types de plantes des tropiques et des zones tempérées dans notre flore miocène n'a donc rien d'étonnant, car nous rencontrons le même état de choses encore actuellement à Madère et aux îles Canaries où se trouvent beaucoup de formes méridionales et européennes ; elle nous indique de plus une analogie de climat avec celui de notre pays tertiaire. Les nombreuses formes de plantes des zones chaudes, qui formaient la grande masse de notre flore d'alors, en sont encore une meilleure démonstration. L'area des espèces homologues vivantes est un fait si propre à trancher la question que, quoique nous en ayons déjà parlé, nous devons en dire quelques mots encore.

On peut diviser ces végétaux en deux classes, savoir : ceux qui supportent les hivers des zones tempérées, et ceux qui ne les supportent pas, c'est-à-dire qui chez nous ne peuvent vivre en pleine terre. Il faut nommer dans la première catégorie les espèces suivantes, qui tiennent de près aux arbres miocènes les plus répandus : les Cyprès de marais, les Sequoia, les Glyptostrobus, les Ambriers, les Diospyros, les Tulipiers. Tous ces arbres sont originaires des zones chaudes ; mais ils prospèrent encore dans l'Europe moyenne, quoique la plupart n'amènent pas leurs fruits à maturité ; cela prouve que l'Europe moyenne est l'extrême limite artificielle de leur area. Ils ne dépassent pas l'isotherme de 8° cent. On voit, par exemple, le Tulipier fleurir régulièrement près de Zurich, mais il est rare que les semences parviennent à s'y former. Il ne fleurit que rarement dans l'Allemagne septentrionale, et il périt dans le nord de la Prusse (Stettin) quand les hivers sont rigoureux. Il ne supporte pas le climat des côtes de la Baltique (Dantzig) ni celui de Kew en Russie, où la température moyenne de Janvier est de — 6,2° C. — A Dublin, il vit encore dans de bonnes conditions et y fleurit sans cependant que jamais ses graines arrivent à maturité. — Dans le sud de l'Angleterre, il mûrit souvent, mais au nord d'Édimbourg il ne fleurit plus et reste petit. — On peut donc fixer encore comme limite septentrionale de cet arbre

l'isotherme de 9° C. — Il acquiert son plus grand développement dans les marais du sud des États-Unis; les arbres gigantesques qui font l'ornement des jardins de Madère nous font voir que c'est un climat subtropical qui lui convient.

Dans la seconde catégorie nous citerons : les Camphriers, les Canneliers, les Lauriers, les Sapindus, les Protéacées, les Celaster et les Jujubiers. — Les plus importants sont les Camphriers et les Canneliers, car leurs homologues miocènes sont partout communs et nous donnent la meilleure indication sur la nature du climat. Ces deux espèces sont originaires du sud du Japon; le Camphrier se trouve aussi en Chine. — Il acquiert des proportions remarquables dans les jardins de Madère; il vit aussi en Sicile (Palerme), à Pise et à Florence, où cependant ses fruits ne mûrissent jamais. — A Padoue il faut qu'on le recouvre, pendant l'hiver, d'un toit de verre. Dans le jardin botanique de Montpellier, il gela jusqu'au pied durant l'hiver de 1853 à 1854, mais il repoussa. Le doux climat d'Isola-Bella sur le lac Majeur a permis d'y acclimater un Camphrier; il y est cependant abrité des vents du nord par un mur élevé et peut en partie être recouvert en hiver. En 1856 les branches gelèrent par — 8° R., et on dut l'émonder jusqu'au tronc. Il repoussa cependant, et dans l'automne de 1864 je l'ai vu garni de feuilles. Il a la taille d'un grand Prunier. Non loin de là, à Pallanza, il y a aussi un Camphrier dans la partie abritée d'un jardin, mais il faut le couvrir de paille en hiver; malgré cela, les jeunes rameaux gèlent presque chaque hiver et il faut les tailler. — Il fleurit tous les ans, comme celui d'Isola-Bella, mais ne fructifie pas. Le Camphrier demande donc pour prospérer un climat plus chaud que celui du nord de l'Italie et de la Provence. Il lui faut pour cela une température moyenne de 18° à 19° C. et sa limite nord isotherme ne doit pas dépasser 15° C. Il en est de même pour les Lauriers des Canaries et le Vinhatico; les Lauriers européens ne supportent pas non plus nos hivers.

Un minutieux examen du caractère de la végétation dans les différents étages de notre mollasse nous montre qu'il se produisit, pendant cette pé-

riode, un certain abaissement de la température. Nous avons déjà vu (page 367) que les arbres à feuillage persistant formaient dans l'aquitanien les $^3/_4$ de la végétation, mais la moitié seulement dans l'œningien; nous avons constaté aussi que dans ce dernier les types de l'Europe et de l'Amérique du Nord sont dominants. Si nous divisons en 3 zones les plantes actuelles les plus voisines des espèces miocènes, nous obtenons les proportions numériques suivantes :

Espèces analogues.	Zone tempérée.	Zone chaude.	Zone torride.
Dans l'étage aquitanien de notre mollasse . . .	47 (15 %)	114 (36 %)	47 (15 %)
Dans l'étage œningien. .	94 (18 %)	174 (33 %)	38 (7 %)

On voit donc que dans la mollasse supérieure les types tropicaux entrent pour 7 % dans l'ensemble des végétaux, tandis que la mollasse inférieure donne 15 %, ce qui nous indique qu'il a dû se produire un abaissement de température. Toutefois la présence fréquente à Oeningen de Camphriers, de Cannelliers et de Palmiers à feuilles pennées et en éventail, indique un climat chaud.

Si l'on réunit tous les documents que fournit ainsi le monde végétal, on est conduit à penser que notre pays mollassique inférieur devait avoir un climat analogue à celui que possèdent maintenant la Louisiane, les Canaries, le nord de l'Afrique et le sud de la Chine, c'est-à-dire, une température moyenne de 20 à 21° C. Le climat de la mollasse supérieure pourrait être comparé à celui de Madère, de Malaga, du sud de la Sicile, du Japon méridional et de la Nouvelle-Géorgie, avec une température moyenne de 18 à 19° C.

Voici un tableau des températures moyennes de ces localités :

	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.	Moyenne.
I. *Climats analogues à celui de la mollasse inférieure :*					
St.-Cruz. Ténériffe	18.1	21.3	24.9	23.4	21.9
Caire	14.7	21.9	29.2	23.6	22.4
Tunis	13.2	18.3	28.3	21.9	20.3
Canton	12.7	21.0	27.8	22.7	21.0
Nouvelle-Orléans .	13.3	20.4	27.5	21.0	20.5
II. *Climats analogues à celui de la mollasse supérieure :*					
Funchal (Madère).	15.8	16.9	20.9	19.6	18.3
Malaga	12.4	17.5	26.0	20.7	19.1
Messine	12.8	16.4	25.1	20.7	18.8
Nangasaki	8.4	15.5	27.7	21.6	18.3
Savannah (dans la Nouvelle Géorgie)	11.8	19.0	25.7	19.3	18.9

Il est bien entendu que le climat d'aucune de ces stations ne rappelle exactement celui de nos pays mollassiques, car ce dernier avait sans doute quelque chose de particulier ; mais en s'appuyant seulement sur les faits connus, on peut croire avec une certaine probabilité qu'on s'en rapprochera beaucoup.

Le mélange des plantes tropicales et de celles des zones tempérées indique un hiver doux et en même temps un été pas trop chaud, comme serait le climat d'une côte marine ou d'une île. Il est cependant très-probable que l'hiver était un peu plus froid et l'été plus chaud que dans les îles de l'Atlantique. On pourrait comparer le climat de la mollasse inférieure à

celui de la Nouvelle-Orléans, et, dans l'ancien monde, à celui de Tunis. Quant à celui de la mollasse supérieure, Savannah et Messine sont, croyons-nous, les points de comparaison les plus propres à déterminer la température des différents étages de notre pays tertiaire.

D'après ce qui précède, nous pourrons conclure, du moins approximativement, de combien le climat de l'époque tertiaire était plus chaud que le nôtre. Mais dans la comparaison que nous pouvons établir entre ces deux climats, nous avons à tenir compte de la différence considérable que présente l'élévation du sol, et de l'influence de la chaîne des Alpes couvertes de neige, et formant comme une barrière climatérique.

Le tableau suivant nous éclairera sur ces rapports :

	Température moyenne vraie.	Température moyenne calculee	
		à 250 pieds au-dess. de la mer.	au niveau de la mer.
Zurich à 1360 pieds au-dessus de la mer. . . .	9° 02 C.	11° 22 C.	11° 72 C.
Bâle à 830.	10° 03	11° 13	11° 63
Genève à 1263.	9° 25	11° 25	11° 75
Berne à 1684	8° 12	10° 92	11° 42
Moyenne . .	. . . . . .	11° 13 C.	11° 63 C.

En calculant l'influence réfrigérante des montagnes à $^1/_2$° C., nous aurons dans le nord de la Suisse une température moyenne de + 12°,13 C. et de + 11°,63 C. à la hauteur de 230 à 300 pieds au-dessus de la mer. Dans ce cas, il faut supposer le pays au niveau de la mer, et les Alpes à celui d'un pays de collines. Si la température moyenne de notre mollasse inférieure était de + 20°,05 C., celle de la supérieure était de + 18°,05 C., et

la hauteur du pays au-dessus du niveau de la mer de 250 pieds ; dès lors, la première aurait été plus élevée que la température d'aujourd'hui de 8°,87 C. et la dernière de 6°,87 C. Il suit de là que le climat de l'Europe aurait été plus chaud de 9° pendant l'époque miocène inférieure et de 7° pendant la supérieure.

Après la chaleur, c'est l'eau qui exerce le plus d'influence sur la vie et le développement des végétaux. — La grande richesse de la flore en végétaux ligneux et en arbres à feuillage persistant, ainsi que les nombreuses plantes marécageuses et les tourbières immenses transformées en lignite, attestent que le climat était humide et que les jours de pluie étaient nombreux pendant l'année. Sous ce rapport, le climat de notre pays tertiaire devait différer notablement de celui des îles Canaries et de Madère, et se rapprocher davantage de celui de la Louisiane et surtout de celui du sud des États-Unis, où il y a de vastes marais comme ceux qui ont dû couvrir notre pays miocène.

Jusqu'ici nous n'avons étudié le climat qu'au point de vue des végétaux ; les animaux de leur côté nous conduisent au même résultat et confirment ainsi ce que nous avons avancé. Les types des zones chaudes dominent également dans la faune, ils sont mêlés à d'autres types des zones tempérées et des zones tropicales. Ces faits ont déjà souvent attiré notre attention lorsque nous avons traité les diverses classes et familles du règne animal, et plus d'une fois nous avons insisté sur la relation qui existe entre les animaux et l'état climatérique du pays ; c'est pourquoi nous ne nous y arrêterons pas.

Ce ne sont pas seulement de grands animaux frappant aisément les regards, tels que les Crocodiles, les énormes Tortues, les Grenouilles géantes, les Tapirs, les Rhinocéros, les Sarigues et les Singes, qui donnent à notre faune le caractère des zones chaudes et subtropicales ; mais le petit peuple des Insectes y contribue aussi par sa richesse inouïe de formes ; il animait les forêts primitives, les lacs paisibles et les ruisseaux de notre contrée miocène.

Les animaux terrestres, non-seulement, mais aussi la faune marine

nous donnent d'utiles indications sur les conditions climatériques *. Les animaux marins jettent d'autant plus de jour sur la question, que les considérations sur lesquelles nous nous basons concernent des espèces vivant encore, et personne ne prétendra que les mêmes espèces d'animaux aient vécu jadis en d'autres conditions que de nos jours. Nous avons vu plus haut (page 528) que les Mollusques de la mer helvétienne se rapprochent pour la plupart des espèces de ceux de la Méditerranée. La faune helvétienne ne contenait pas des types exclusivement septentrionaux, mais bien des tropicaux qui lui donnent un cachet plus méridional que celui de la faune méditerranéenne. Ainsi, sur les 147 Mollusques de l'étage helvétien qui se trouvent encore dans la faune actuelle, 20 espèces sont exclusivement tropicales, c'est-à-dire environ 14 %; 38 espèces, soit 26 % se trouvent sur les côtes de l'Angleterre; presque toutes ces espèces vivent aussi dans la zone méditerranéenne et lusitanienne, et ne peuvent par conséquent pas être considérées comme formes du Nord; 120 espèces, soit environ 82 %, habitent la Méditerranée.— Les espèces perdues rappellent, pour le plus grand nombre, des types méditerranéens et plusieurs des types tropicaux. Ce n'est donc pas à la latitude de la Suisse, mais à celle de la Méditerranée qu'appartiennent la plupart des Mollusques de notre mollasse; et, nous le répétons, le mélange des formes tropicales les rattache plutôt au côté sud qu'au côté nord de la Méditerranée. Si donc nous donnons à la mer de notre quatrième étage mollassique qui précède immédiatement l'étage d'Oeningen, la même température qu'elle a maintenant sur les côtes du nord de l'Afrique ou de Madère, nous aurons la confirmation de ce qui précède relativement à la faune.

Nous voyons donc par là que la faune terrestre et la faune marine

* Le professeur Giebel (Tagesfragen aus der Naturgeschichte, p. 172) a mis en doute la valeur des Mollusques marins pour l'appréciation des climats, parce que, sous les mêmes latitudes, la température et la faune se modifient beaucoup suivant la profondeur de la zone. Mais cette objection perd sa force si l'on prend les animaux de la zone marine supérieure; or, les formes tropicales de notre mer mollassique lui appartiennent pour la plupart.

s'accordent à donner à notre pays mollassique un caractère subtropical; et ce n'est pas seulement quelques animaux et quelques plantes qui nous amènent à cette conclusion, mais une faune et une flore riches, bien développées, formant un tout complet, et dont l'existence ne peut s'expliquer que par la supposition d'un tel climat.

Ce même caractère ne se reconnaît pas seulement en Suisse, mais aussi dans la flore et la faune de toute l'Europe centrale*; le Nord cependant avait un climat moins doux. Il y avait donc déjà à cette époque un abaissement de la température vers le Nord, mais certainement à un degré bien moindre qu'aujourd'hui. Nous nous en rendons compte déjà dans la flore des parties les plus septentrionales de l'Allemagne. Dans le Samland, cette vieille patrie de l'ambre, ainsi que sur les bords de la grande baie de Dantzig, on a recueilli de nombreuses plantes fossiles soit dans les lignites, soit dans les schistes formés de limon et d'argile**. Les Palmiers manquent complétement; autant que nous pouvons le savoir, ils ne dépassèrent pas en Allemagne le 51°,05 de lat. n. Mais, dans la baie de Dantzig, on trouve encore quelques Figuiers et quelques Lauriers, deux Cannelliers (Cinnamomum Scheuchzeri et C. lanceolatum), outre des Chênes toujours verts et des espèces d'Andromeda et de Myrica. Les Cyprès de marais étaient très-abondants (Taxodium distichum), ainsi que les Sequoia. Dans le Samland, un Peuplier (Populus Zaddachi), et un Rhamnus (R. Gaudini), sont associés aux fruits et aux semences d'une Gardenia. Aujourd'hui, Dantzig a une température moyenne de + 7°,6 C. Or, si nous admettons que dans ces parages comme en Suisse la température du miocène inférieur ait été de 9° C. plus élevée que maintenant, nous aurons pour ces localités un climat d'environ + 17° C., qui justifie parfaitement la flore ci-dessus. Le professeur Gœppert a découvert à Schossnitz, près de Breslau, une riche flore de l'époque œningienne. Là, les formes tropicales et subtropicales manquent;

* J'ai traité le sujet dans mes Recherches sur le climat et la végétation du pays tertiaire. Trad. de Ch. Gaudin, p. 66 et suiv.

** Je les ai décrites dans ma Flore miocène de la Baltique. Königsberg, 1869.

cela ne doit pas nous surprendre, car si nous calculons la température du 5me étage de la mollasse d'après la température actuelle, nous obtenons un climat de 15° C. qui nous explique la présence de l'Ambrier, du Cyprès de marais et de quelques Chênes verts, mais qui exclut d'autre part les Palmiers, les Camelliers, les Acacias à feuillage découpé tels que ceux qui ornaient alors les forêts de la Suisse et de l'Italie septentrionale.

La flore miocène qu'on a découverte récemment dans la zone arctique*, est beaucoup plus concluante encore pour l'hypothèse d'un abaissement de température dans le Nord. La flore fossile la plus septentrionale qui nous soit connue jusqu'ici est celle du Spitzberg. Là, les naturalistes suédois Nordenskjöld et Malmgren ont découvert entre le 78° et 79° lat. n. plus de 100 espèces de plantes. Dans ce nombre, les Conifères dominent. Deux espèces de Cyprès font partie des plantes les plus communes du Spitzberg, ce qui est d'autant plus remarquable qu'une de ces espèces, le Cyprès de marais (Taxodium distichum), vit maintenant encore dans le sud des États-Unis, et l'autre (Libocedrus Sabiniana), quoiqu'éteint, est très-analogue à une espèce qui vit aussi maintenant en Amérique. Les Abiétinées fournissaient deux espèces qui vivent encore: le Sapin rouge (Pinus abies L.) et le Pin de montagne (Pinus montana Mill.); ils n'ont été jusqu'ici trouvés nulle part ailleurs dans les gisements miocènes, et ils nous apprennent que le Spitzberg est probablement leur patrie d'origine ainsi que celle du Cyprès de marais. D'autres espèces de Pins et de Sapins sont éteintes, mais elles ont beaucoup de rapports avec des formes américaines. Il en est de même pour deux Sequoia dont l'un, le S. Nordenskjöldi Hr., est propre au Spitzberg et y est très-commun. Parmi les arbres feuillus, les Peupliers sont les plus abondants; deux espèces : Populus arctica et P. Richardsoni Hr., étaient répandues sur tout le pays compris entre Bellsund et Kingsbai. Les Sau-

* Je les ai décrites dans mon ouvrage : Flora fossilis arctica, I vol. 1868; II vol. 1871, avec 108 planches.



les manquent presque complétement; les Aunes et les Bouleaux sont rares aussi; un Noisetier est un peu plus commun. Deux Chênes à grandes feuilles: Quercus grœnlandica et Q. platania, ainsi qu'un Platane, un Tilleul (Tilia Malmgreni) et un Noyer (Juglans albula Hr.) sont d'un grand intérêt. Un Nymphæa (N. arctica) et un Potamogéton (P. Nordenskjöldi) indiquent une formation d'eau douce dont les environs étaient probablement occupés par des tourbières où croissaient des Cyperus, des Carex, des Sparganium et des Iris (I. latifolia).

Si l'on jette un coup d'œil d'ensemble sur ces plantes du Spitzberg, on reconnaît que toutes les formes des zones tropicales manquent; on n'y voit aucun arbre ni aucun arbrisseau à feuillage toujours vert. D'autre part, cette flore diffère tout à fait de la flore actuelle du Spitzberg et a le caractère de la flore des zones tempérées telle que nous l'observons maintenant dans l'Allemagne septentrionale, elle indique donc une température moyenne de + 8° C.

La flore miocène des côtes occidentales du Grœnland septentrional (70° lat. n.), qui nous est mieux connue, a un cachet un peu plus méridional. On y trouve parmi les 137 espèces découvertes : un Magnolia à feuillage persistant (M. Inglefieldi), un Châtaignier (Castanea Ungeri Hr.) ,un Salisburea et un Glyptostrobus, un Ambrier, un Diospyros et un Sassafras. Le Sequoia Langsdorfii y est très-commun ainsi que les espèces de Peuplier que nous avons vues au Spitzberg. Les Chênes y fournissent sept espèces, les Platanes deux, les Vignes deux, dont une: la Vitis Oriki est remarquable par la grandeur de ses belles feuilles. Cette flore indique donc un climat analogue à celui dont jouissent actuellement les environs du lac Léman. Ce n'est pas seulement au Spitzberg et dans le nord du Grœnland que le climat était beaucoup plus chaud; mais encore en Islande, sur les bords du fleuve Makenzie, dans l'Amérique septentrionale (65° lat. n.) et à Alaska, comme l'atteste la flore fossile de ces contrées. Sur tous ces points, on a recueilli des restes d'arbres et d'arbrisseaux dont les espèces homologues ne se retrouvent plus sous ces latitudes, et

qui nous disent que la zone arctique possédait une température beaucoup plus élevée que maintenant.

Pour la Suisse, il a suffi d'ajouter à la température actuelle 9° C. pour expliquer l'ensemble de la nature organique miocène ; tel n'est pas le cas pour la zone arctique. Le Spitzberg, à 78° lat. n., a une température moyenne de — 8°,6 C. ; le Grœnland, à 70° lat. n., — 7° C. ; or, si l'on ajoute 9° on aura pour ce dernier pays + 2° C., et pour le premier + 0°,4 C., ce qui est inadmissible, comme nous le voyons par la flore miocène connue. Il faut compter pour ces contrées, entre l'époque tertiaire et maintenant, une différence de température de 16° à 17° C. La différence entre la flore miocène et la flore actuelle est donc beaucoup plus considérable dans la zone arctique que dans la zone tempérée, et c'est dans l'extrême Nord qu'elle est la plus grande.

Si de notre pays nous nous dirigeons maintenant vers le sud, nous trouverons, il est vrai, beaucoup d'espèces communes à notre flore mollassique, mais aussi beaucoup d'autres exclusivement propres aux tropiques. — Telle est la flore miocène inférieure de la Haute-Italie, avec ses Palmiers magnifiques qu'on a découverts près de Cadibona, au Mont Vegrone et à Chiavon. — En Grèce, près de Pikermi dans l'Attique, on trouve une grande masse d'os qui indiquent que, pendant cette période, des Girafes, de grandes Gazelles, des Mésopithèques et des Mastodontes énormes habitaient le sud-est de l'Europe. La faune miocène marine avait aussi dans le sud un caractère différent que dans le nord de l'Europe. Nous trouvons dans le Piémont (à Sassello) de beaux Madrépores formant des bancs de Coraux qui rappellent ceux des mers tropicales.

La mer orientale, qui pendant l'époque miocène inférieure baignait les côtes de la Styrie, offre des récifs madréporiques qu'on peut suivre depuis le 47me et le 48me de lat. nord. Ces bancs de Coraillaires manquaient à notre mer suisse, ainsi qu'à l'océan qui s'étendait sur l'Allemagne pendant l'époque miocène inférieure.

Nous avons reçu de M. K. Mayer d'intéressants détails sur la faune

marine de l'étage helvétien des côtes de Madère et de Porto-Santo *. Quoique cette faune se rapproche de la faune miocène moyenne d'Europe, elle renferme plus de formes tropicales que la seconde, et à Porto-Santo on trouve de grands blocs de Coraillaires. Actuellement, les récifs madréporiques manquent complétement soit aux îles Canaries, soit à Madère, et la faune marine a un caractère moins méridional que celle qui est renfermée dans ces tufs miocènes. — Sur 169 espèces de Mollusques que M. Mayer a déterminées, 65 sont encore vivantes, soit environ 38 %. — La plupart de ces espèces vivent dans la zone lusitanienne et méditerranéenne; jusqu'ici 19 espèces ont été reconnues tropicales.

Les formes tropicales entrent donc pour 29 % dans cette faune, et seulement pour 14 % dans la faune des Mollusques de l'étage helvétien en Suisse; cela démontre qu'autrefois les eaux de ces localités avaient une température plus élevée que celle de notre mer mollassique, et que maintenant, sous les mêmes latitudes. La flore et la faune miocènes de la zone torride ne sont pas encore bien connues. Les plantes fossiles découvertes à Java dans une formation qu'on attribue, d'après les plus récents travaux, au miocène supérieur, mais qui est peut-être plus jeune, se rapprochent beaucoup de la flore actuelle de cette île, et la plupart des animaux marins se rencontrent encore dans les mers de l'Inde, ou sont leurs très-proches parents. Ces plantes et ces animaux ont donc vécu dans les mêmes conditions climatériques. — Si cette formation appartient en effet à l'époque miocène supérieure, il faut en conclure que la température sous les tropiques était alors ce qu'elle est aujourd'hui.

Si nous récapitulons les résultats généraux que nous avons obtenus dans cette étude, nous arrivons aux chiffres suivants pour la température probable des contrées miocènes :

* Comp. son tableau systématique des débris fossiles de Madère, de Porto-Santo et Santa Maria dans la description géologique de l'île de Madère et de Porto-Santo du Dr G. Hartung. Leipzig, 1864.

A. *Pendant l'époque miocène inférieure.*

1° Le nord de l'Italie (à 250 pieds au-dessus du niveau de la mer) avait une température moyenne de. . . . . 22° C.
2° La Suisse. . . . . 20° ½.
3° Le bassin du Rhin inférieur. . . . . 18°
4° Les environs de Dantzig. . . . . 17°
5° Le Spitzberg, à 78° lat. n. . . . . 8°

B. *Pendant l'époque miocène supérieure.*

1° Sinigaglia . . . . 21° C.
2° Le nord de l'Italie. . . . . 20°
3° La Suisse. . . . . 18° ½.
4° La Silésie (Schossnitz). . . . . 15°



CHAPITRE XII

LES CHARBONS FEUILLETÉS D'UTZNACH ET DE DÜRNTEN

Provenance et distribution des charbons feuilletés. — Dürnten, Wetzikon, Utznach, Mörschweil. — Les plantes et les animaux des charbons feuilletés sont totalement différents de ceux de la mollasse. — Grand hiatus entre la mollasse et la formation des charbons feuilletés comblé par la formation pliocène. — Caractères de cette formation en Angleterre et en Italie.

Le paysage ci-contre nous conduit dans les environs de Dürnten à la limite sud du canton de Zurich. Sur l'arrière-plan, nous distinguons le Speer, le Schäniserberg, le Mürtschenstock avec ses pics et la chaîne des montagnes du Wäggithal, derrière lesquelles se montrent les Alpes glaronnaises couvertes de neige. — Ces montagnes sont telles aujourd'hui qu'elles étaient déjà à l'époque de la formation des charbons feuilletés. Quant au premier plan, formant le fond de la vallée, il était bien différent; maintenant, à la place représentée par notre dessin, s'étend un charmant village; de belles maisons de paysans sont entourées de vergers, de grasses prairies et de champs cultivés que traverse le gai ruisseau du village; partout nous voyons la main active et intelligente de l'homme. Dans le lointain, on entend le bruit et le sifflet des locomotives qui passent sur la limite de la commune suivies de nombreuses voitures. Nous ne voyons rien de tout cela sur notre paysage. Nous avons

supprimé le tapis verdoyant des prairies et des semailles, et nous avons fait revivre le monde enfoui maintenant dans le sol, et qui autrefois se trouvait à la surface. Le monde des végétaux n'était pas différent de celui de nos jours. — C'est notre Roseau ordinaire qui se baigne dans le marécage, et notre Pin qui croît au premier plan; notre Bouleau s'étend sur les bas-fonds marécageux, un Chêne a poussé majestueux dans un endroit sec, et notre Sapin occupe l'arrière-plan du côté gauche.

Quant aux animaux, ils sont étrangers à notre pays; ce sont des Éléphants, le Rhinocéros et le Bœuf primitif (Bos primigenius) que représente notre dessin. Mais on se demandera avec raison où se trouve la preuve que des types d'animaux aussi étrangers à notre pays s'y soient alors rencontrés avec les végétaux de notre flore actuelle; qu'est-ce qui peut faire admettre qu'autrefois les Alpes formaient dans leur état actuel le dernier plan du paysage que nous avons mis sous les yeux de nos lecteurs?

Les charbons feuilletés répondent à cette question; ils ont par conséquent une grande importance géologique et feront l'objet de ce chapitre.

Dans la commune de Dürnten (515 mètres au-dessus de la mer), à quelques minutes du village se trouvent à l'Oberberg et au Binzberg, les gisements de charbons feuilletés dont nous avons déjà expliqué la formation (p. 36 et suiv.). Les fouilles ont commencé à l'Oberberg en 1854; jusqu'en juin 1862, on a exploité en tout 8090 toises carrées de la couche carbonifère, qui ont produit 736,800 quintaux de charbon feuilleté frais, soit environ 482,000 quintaux de charbon sec. Ces charbons représentent en calorique à peu près la valeur de 14,030 moules de bois de hêtre et 22,044 moules de sapin (à 108 pieds cubes). Dans les trois premières années, l'exploitation produisait annuellement 100,000 quintaux; mais, en 1862, elle tomba à 29,185 quintaux. On prévoit que dans un temps fort court la couche sera épuisée.

Les gisements du Binzberg ont été attaqués en 1862, et ont donné la première année 29,552 quintaux sur une étendue de 770 toises carrées.



— Au nord-ouest, le gisement se perd à une faible distance; mais il réapparaît dans le Schöneich, près d'Unterwetzikon, à environ 1/2 heure de Dürnten, et c'est là qu'il est exploité depuis 1862. On a ouvert jusqu'en 1865 251 toises carrées qui ont produit 16,536 quintaux de charbon prêts pour la vente. — Là, l'épaisseur de la couche est de 2 3/4 pieds; dans quelques endroits, elle atteint jusqu'à 5 pieds, mais en d'autres elle tombe à 2 pieds et moins encore. L'aire de ces charbons est évaluée à 40,000 pieds carrés environ. Il est probable que ce gisement était en connexion avec celui de Dürnten, et que tous deux se sont formés à la même époque et dans les mêmes conditions. Celui d'Oberberg présentait la plus grande épaisseur et atteignait par places 12 pieds; ailleurs il n'en avait que 5, 3 et même 2 1/2. L'épaisseur moyenne de charbon pur est de 3,75 p. Il se trouve entre les couches de charbon des bandes d'argile dont le nombre dépend de la profondeur du gisement carbonifère. Là où celui-ci a 12 pieds d'épaisseur il est parcouru par 6 bandes argileuses; et là où les charbons n'ont qu'une épaisseur de 2 pieds les bandes ne sont plus qu'au nombre de deux. Une pose (400 toises) de charbon feuilleté sec de 3,75 pieds d'épaisseur donne environ 36,000 quintaux de carbone. Si nous prenons pour base (p. 43) ce rapport : qu'une pose produit annuellement 15 quintaux de carbone, le dépôt de Dürnten aurait demandé 2,400 ans à se produire. Dans ce calcul, nous avons pris comme base l'épaisseur moyenne des couches de charbon; si nous calculions d'après la plus grande épaisseur, nous arriverions à des chiffres beaucoup plus élevés. Le gisement de charbon repose sur une argile fine d'un gris jaune. Un puits qui traversait cette argile à 30 pieds au-dessous du charbon montra qu'au-dessous il y a une masse de cailloux roulés pris dans une argile compacte. L'abondance de l'eau ne permit pas de pénétrer jusqu'à la mollasse. Dans une autre localité, il y avait immédiatement au-dessous du charbon beaucoup de pierres roulées prises dans l'argile. Ce sont des cailloux siliceux et de grès qui peuvent avoir été apportés des montagnes de nagelfluh des environs. En d'autres endroits, où le gisement carbonifère avait une grande épaisseur, on rencontra au

centre une couche d'argile s'amincissant d'un côté en forme de coin. — A une autre place, ce dépôt était divisé en plusieurs filons qui par leur couleur claire et leur plus grande épaisseur se distinguent des bandes de couleur foncée qui parcourent les charbons et dont nous avons fait mention plus haut; ces dernières sont appelées « *silber* » par les ouvriers allemands. Il est probable qu'à cet endroit le gisement de charbon, peu de temps après sa formation, fut déchiré par un glissement, et que l'argile s'intercalant dans les fissures fut divisée par couches irrégulières et et pliée de diverses manières. Ici, une partie du dépôt carbonifère est à peu près perpendiculaire et recouverte seulement d'une mince couche de sol arable, tandis qu'en général les dépôts de charbon ont une position horizontale et sont recouverts de sable et de cailloux roulés disposés par couches.

Dans l'endroit où le gisement carbonifère avait une grande épaisseur, le terrain au-dessus et au-dessous offrait la coupe suivante :

1° Dépôt de sable fin et jaunâtre et de glaise (a);

2° Charbon (b);

3° Gisement considérable de cailloux roulés (c) au milieu duquel un nid de sable pur (c');

4° Couche d'argile de 1 ½ pied d'épaisseur; cette argile est de couleur claire, et renferme par place des nids de pierres roulées (d);

5° Un mince filon de charbon (environ ½ pied) formé de plantes des tourbières avec quelques troncs d'arbres (e);

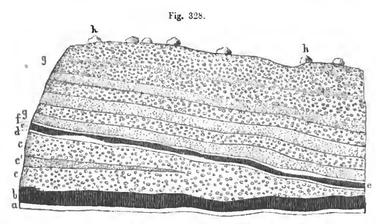
6° Mince couche d'argile (f);

7° Sept filons de sable alternant avec des cailloux roulés (g);

8° A la surface du sol, quelques blocs erratiques provenant des Alpes et appartenant en partie au calcaire alpin et au sernifit (h).

La masse de sable et de cailloux roulés qui recouvre le charbon varie d'épaisseur en des endroits très-rapprochés; elle atteint quelquefois une hauteur de 30 pieds. La composition des charbons feuilletés indique qu'ils sont, à n'en pas douter, le produit des marais tourbeux, comme

Fig. 328.



Coupe du gisement de charbon et des couches de cailloux roulés de Dürnten; a. blanc-fond; b. charbon; c. cailloux roulés et sable; d, f. argile; e. mince filon de charbon; g. dépôts de cailloux roulés et de sable; h. blocs erratiques.

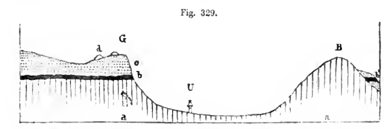
nous l'avons démontré (p. 34 et suiv.). L'importance même des gisements prouve que la formation de la tourbe dura un très-grand nombre d'années. A de certaines époques, l'activité de la tourbière fut interrompue par des inondations; de là les dépôts de vase représentés par les filons d'argile. Cependant la végétation recommençait de nouveau jusqu'à ce qu'enfin le pays fut recouvert de cailloux roulés et de sable. On distingue même, pendant cette phase, quelques traces de formation tourbeuse; ce sont des filons entourés de bancs de cailloux (fig. 328 e).

Les couches de charbon feuilleté d'Unterwetzikon offrent les mêmes conditions de gisement que celles de Dürnten. Elles sont à une profondeur qui varie de 13 à 30 pieds et sont également recouvertes de couches de sable et de cailloux. Elles reposent elles-mêmes sur une argile de couleur claire qui contient quelques Mollusques d'eau douce; les cailloux roulés reparaissent au-dessous de l'argile, et avec eux des blocs calcaires striés, un bloc du granit de Pontaigles et un bloc erratique de 6 pieds de diamètre.

Saint-Gall possède des gisements de charbon feuilleté beaucoup plus

importants que ceux du canton de Zurich, surtout à Utznach (fig. 329). — Ils sont élevés de 92 mètres au-dessus du fond de la vallée, et de 512 mètres au-dessus de la mer. En prenant la route qui conduit au Toggenburg, on arrive en un quart d'heure à un certain nombre de puits percés à travers des bancs de sable et de cailloux roulés. Dans la chaîne du Gubel, ces bancs de sable sont à découvert, et présentent du côté de la vallée une muraille à pic de 100 pieds de haut, où leurs couches font saillie.

Fig. 329.



Coupe idéale de la vallée d'Utznach. Les hauteurs sont aux longueurs = 8 : 1. G. Gubel; U. Utznach; B. Buchberg inférieur; a. mollasses redressées; b. charbons feuilletés d'Utznach; b' de Wangen; c. couches de cailloux roulés; d. blocs erratiques.

Au-dessus du gisement carbonifère, arrive immédiatement un banc de cailloux roulés suivi d'une couche de sable d'un gris rouge; au-dessus on voit de nouveau de nombreux bancs de cailloux. Ces cailloux sont de calcaire, de quartz, de sernifit et de grès. Ils sont enveloppés de sable peu cohérent, et offrent toutes les grosseurs depuis un à plusieurs pouces de diamètre. On rencontre au sommet de la colline 2 énormes blocs de nagelfluh bigarré. Dans la carrière du Gubel même se trouvent 3 gisements de charbon superposés. Le supérieur a 5 pieds d'épaisseur, celui du milieu quelques pouces seulement et l'inférieur 3 environ. Du côté du nord, le filon du milieu se perd et il ne reste plus que le supérieur et l'inférieur séparés par une couche d'argile de couleur claire de 16 à 20 pieds d'épaisseur. — Tandis que les couches de sable et de cailloux roulés ont une épaisseur très-variable dont dépend la profondeur des puits, le gisement de charbon est presque horizontal, ce qui montre que

l'ancien dépôt de tourbe conserva sa position primitive, tandis que les masses de cailloux et de sable, attaquées çà et là par des érosions, eurent probablement, dès leur origine, une épaisseur variable. La surface du sol n'est donc pas parallèle au gisement carbonifère; elle offre au contraire de petites dépressions et des monticules ondulés.

L'étendue du gisement d'Utznach est très-considérable, mais ne peut pas être encore déterminée avec certitude. Les galeries les plus longues vont jusqu'aux environs de Gauen. Elles sont exploitées depuis une quarantaine d'années, et ont fourni une très-grande quantité de charbon. Mais le contrôle manque, et cette exploitation, faite d'une manière fort primitive, ne permet pas de connaître la production annuelle. — Il y a quelques années, elle était évaluée à un demi-million de quintaux; mais depuis lors elle doit avoir baissé de moitié environ.

Il est possible que les gisements de Dürnten et d'Utznach aient été en communication entre eux, ainsi que semblerait l'indiquer le petit gisement d'Eschenbach (entre Utznach et Dürnten). Ce dernier se trouve à peu près à la hauteur de 515 mètres au-dessus du niveau de la mer. A Wangen, au Buchberg, vis-à-vis d'Utznach, ainsi qu'à Kaltbrunnen, on remarque quelques traces de charbon feuilleté presqu'à la même hauteur. Elles font conjecturer qu'autrefois le fond de la vallée était occupé par un lac qui avait de 90 à 100 mètres de profondeur, et dont les bords, sur de grandes étendues, étaient marécageux. Comme le Buchberg inférieur s'élève au-dessus de la vallée, de Wangen à Grinau, un lac s'y produirait de nouveau si les deux ravins, situés, l'un entre Grinau et Utznach, l'autre entre Wangen et Schubelbach, venaient à être comblés. C'est probablement ce qui eut lieu à l'époque où se forma le gisement carbonifère.

Les couches de charbon nous indiquent l'ancien bord marécageux de ce lac; il débordait à certaines époques et la vase faisait irruption sur les tourbières; c'est pourquoi l'on voit un filon d'argile que suit une nouvelle formation de tourbe, comme cela se remarque encore maintenant dans les marais tourbeux. Les couches de cailloux roulés indiquent de

grandes perturbations dans l'économie de ces localités. Nous les étudierons plus loin.

Tandis que les gisements de charbon que nous avons examinés se trouvent dans le bassin de la Limmat et du lac de Zurich, celui de Mörschweil (564 mètres au-dessus de la mer) entre Saint-Gall et Rohrschach, appartient au bassin du lac de Constance. — Il a une épaisseur moyenne de 2 pieds environ et s'étend sur une aire de 20 à 40 poses. Il fournit chaque année environ 50,000 quintaux de charbon. A Hüttenweid dans la commune de Mörschweil, au-dessous et au-dessus de ce gisement se trouvent des bancs de cailloux roulés erratiques. Le professeur Deicke* distingue de haut en bas les couches suivantes :

1° 10 pieds d'argile;

2° 16 pieds de débris erratiques, mais non striés et non polis; il y a entre autres des blocs pesant jusqu'à 10 quintaux;

3° 8 pieds d'argile avec des charbons feuilletés où les troncs sont perpendiculaires;

4° 13 pieds de menus débris erratiques avec des blocs d'un pied de diamètre au plus;

5° 6 pieds d'argile d'un gris cendré avec quelques morceaux de charbon;

6° 17 pieds de cailloux roulés erratiques parmi lesquels de petits blocs erratiques d'un pied de diamètre environ. On voit à peu près la même succession de couches à Kröpfel; mais les 3 pieds de charbon sont à 70 pieds au-dessous de la surface du sol; on en peut distinguer à 15 pieds plus bas une seconde couche de moindre épaisseur.

Un peu plus à l'est, dans la Brunnenwies, un puits a présenté les couches suivantes, comptées depuis la surface :

1° 21 pieds de sable avec de gros blocs erratiques;

2° 16 pieds d'argile gris cendré avec des charbons feuilletés dans les-

* Voy. Suppléments sur la formation quaternaire entre le Jura et les Alpes du professeur J.-E. Deicke. Bullet. de la Soc. de St-Gall, 1861.

quels des troncs de 6 pieds de hauteur sur 3 de large avaient la position perpendiculaire;

3° 3 pieds de gravier avec de petits cailloux roulés;

4° Sable fin.

La position perpendiculaire des troncs indique les bords du dépôt; dans les autres parties du gisement ils ont une position horizontale.

Quant aux plantes dont les charbons feuilletés ont révélé la présence, elles se rencontrent en partie dans les couches de charbon et en partie dans les filons d'argile intermédiaires. Elles sont en général mal conservées et leur détermination est difficile; on peut cependant reconnaître 24 espèces, parmi lesquelles 8 arbres et un arbrisseau; les arbres sont :

1° Le Sapin commun (Pinus abies L.). Nous avons de beaux cônes de cet arbre trouvés à Dürnten, Wetzikon, Utznach et Mörschweil; la plupart sont plus petits que ceux des arbres actuels; on en trouve cependant des morceaux d'environ 120 millimètres de longueur qui ne le cèdent point à ceux de nos Sapins actuels. Les petits cônes n'étaient probablement pas mûrs; ils n'ont par conséquent que de petites semences. Les écailles des cônes mûrs, ainsi que les deux nucules renfermées sous chaque écaille (fig. 333) ont la même forme et la même dimension que celles des arbres vivants. L'écaille est parcourue par de fines stries longitudinales; elle est acuminée en avant, et la pointe est tantôt échancrée (fig. 333 b), tantôt arrondie (fig. 333 a). Les écailles sont généralement plus arrondies que dans les cônes de nos Sapins et se rapprochent ainsi de celles des Sapins du nord de la Russie. Quand les cônes sont frais et humides, les écailles sont serrées les unes contre les autres; mais lorsqu'ils sont secs, elles s'écartent et se hérissent; elles deviennent alors raides et se cassent facilement. Outre les cônes, on trouve à Dürnten des troncs dont le bois dans sa texture microscopique est identique à celui du Sapin commun. Il est donc à peu près certain que le Sapin des charbons feuilletés appartient à la même espèce que notre Sapin ordinaire.

2° Les Pins (Pinus sylvestris L. et Pinus montana Mill.). — Les troncs de Pins forment à Dürnten et à Utznach une partie importante des charbons. Ils ont dû s'enfoncer dans le marais, car ils se trouvent dans toutes les positions.

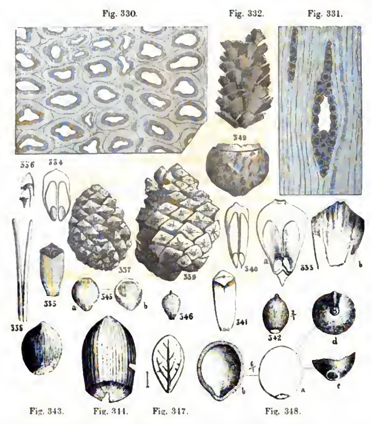


Fig. 330. Bois de Pin d'Utznach: coupe transversale gross. 360 fois. — Fig. 331. Bois de Pin d'Utznach gross. 100 fois. — Fig. 332. **Pinus Abies** L., cône dont les écailles ont été rongées par un Écureuil; d'Utznach. — Fig. 333. **Pinus Abies** L.; a. écaille vue du côté interne, avec semences, de Morschweil; b. écaille, moitié supérieure, d'Utznach. — Fig. 334 à 338. **Pinus montana** Mill. — Fig. 334. Écaille vue du côté interne, avec semences, de Morschweil. — Fig. 335. Écaille côté externe, de Morschweil. — Fig. 336. Vue de profil. — Fig. 337. Cône entier, de Morschweil. — Fig. 338. Aiguilles d'Utznach. — Fig. 339.

Pinus sylvestris L., cône de Morschweil. — Fig. 340. Écaille du côté interne, avec semences, de Morschweil. — Fig. 341. Écailles, côté externe. — Fig. 342. **Taxus baccata** L. Petites noix, gross. 2 fois, de Durnten. — Fig. 343. **Corylus avellana L. ovata**, de Dürnten. — Fig. 344. **Corylus avellana** L., de Morschweil. — Fig. 345. **Menyanthes trifoliata** L., de Dürnten, gross. 3 fois ; a. semence, vue de profil ; b. section de la dite. — Fig. 346. **Scirpus lacustris** L., fruit de Dürnten, gross. 3 fois. — Fig. 347. **Vaccinium vitis idæa** L.? gross. 4 fois — Fig. 348. **Holopleura Victoria** Casp., de Durnten, gross. 6 fois, a. profil ; b. coupe longitudinale ; c. orifice après l'ablation de l'opercule. — Fig. 349. **Quercus Robur** L., cupule de Morschweil.

A l'état frais et humide, le bois est mou et peut facilement se couper au couteau ; mais séché à l'air il devient dur comme de l'os et cassant *. Les troncs ont fréquemment conservé leur écorce gercée ; les branches sont placées de diverses manières sans qu'on puisse en suivre les derniers rameaux. Ce bois a été examiné au microscope par mon ami le professeur Unger, de Vienne, qui a trouvé qu'il est identique à celui du Pin. La fig. 331 représente un tronc coupé parallèlement à son écorce. La face de cette coupe longitudinale montre les rayons médullaires coupés transversalement. Parmi ces rayons, il y en a qui sont simples et n'ont qu'une seule rangée de cellules ; d'autres sont composés de plusieurs rangées de cellules telles que chez les Pins actuels. La coupe fait voir les anneaux de croissance annuels qui ont une épaisseur considérable.

La coupe transversale (fig. 330) nous montre les cellules serrées fortement les unes contre les autres. Il n'est pas possible de distinguer si ce bois appartient au Pin commun ou au Pin de montagne ; les charbons feuilletés nous ont heureusement conservé de nombreux rameaux avec leurs feuilles et leurs cônes qui révèlent la présence des deux espèces **.

* Il a fréquemment une couleur brun-foncé et est pris par les ouvriers de l'exploitation pour du bois de noyer.

** Le Pin commun (P. sylvestris L.) est un arbre élevé ; lorsqu'il est vieux, il a la forme d'un parasol et son écorce est rouge ; ses aiguilles sont saupoudrées de bleu à la face supérieure, qui est aplatie, et appointies en avant. Les chatons femelles sont pédonculés et repliés ; les cônes mûrs sont pendants, ovoï-coniques et longs de 50 millimètres. Les ailettes de la nucule sont ordinairement trois fois aussi longues que celle-ci.

Le Pin de montagne (P. montana Mill.) est un arbre quelquefois droit, plus ou moins

Nous trouvons dans les charbons feuilletés deux espèces de cônes de Pin : l'une dont les écailles mamelonnées ont des facettes planes (fig. 339); l'aile de leurs nucules dépasse deux fois et demie celles-ci; elle est en outre rétrécie en avant (caractères du Pinus sylvestris L.). Chez l'autre, les facettes de l'écaille sont bombées ou même relevées en crochet au sommet; l'aile de leurs nucules n'est que deux fois à peine aussi longue que la nucule elle-même (caractères du Pinus montana Mill., fig. 337). Comme les écailles des cônes du Pin de moutagne n'offrent jamais de facettes planes, les premiers appartiennent au Pin commun. En général, les cônes sont plus petits et moins pointus au sommet, ce qui provient en grande partie de leur état jeune; la non-maturité des nucules confirme cette supposition. Les nucules représentées dans la fig. 340 n'avaient évidemment pas leur complet développement; elles étaient insérées sur un cône ovalaire de 38 mill. de longueur. La plupart des cônes du Pin de montagne qui me sont parvenus n'étaient pas complétement mûrs non plus, car les semences n'étaient pas entièrement développées. Les écail-

élevé, avec une tête en forme de pyramide conique; quelquefois couché, tordu, avec des branches arquées qui se redressent. L'écorce est d'un gris foncé, les aiguilles d'un vert pur sont moins pointues que celles du précédent. Les chatons femelles commencent par être verticaux, puis ils s'inclinent un peu, plus tard, mais ne sont jamais recourbés. Les cônes sont presque sessiles; les écailles ont une facette fréquemment relevée au sommet en crochet. L'ombilic est entouré d'un anneau noirâtre. Les ailettes sont environ deux fois plus longues que la nucule. D'après la forme du tronc et des cônes, on en distingue plusieurs races, savoir : A. le Pinus montana uncinata dont le tronc droit est assez élevé; ses cônes ne sont pas symétriques et la plupart de leurs crochets sont fortement développés. — B. Le Pinus montana uliginosa formant un petit arbre noueux; ses cônes d'un brun brillant ont des crochets très-saillants dirigés en bas.— C. Pinus montana humilis, buissonneux, à branches rabattues, avec des cônes non symétriques ovoïdes ou ovoï-coniques; les facettes en sont bombées et le crochet peu développé. D. Pinus montana pumilio a le même port que le précédent, mais il a des cônes sessiles, presque globuleux ou subovales dont les facettes bombées sont toutes de la même grandeur et de la même forme. Le Pin de montagne est répandu sur tout notre pays montagneux, et monte sous les formes du P. montana humilis et du P. montana pumilio (nain) jusqu'à 7000 pieds au-dessus de la mer. Il est rare dans la plaine, et n'y apparait que comme P. montana uncinata; ainsi à l'Uetliberg où il descend jusqu'à Maneck. Le Pin ordinaire se voit partout dans la plaine et ne vit dans les hautes montagnes qu'en petits bouquets ou associé aux Sapins.

les, représentées par les fig. 334, 335 et 336, appartiennent cependant à un cône parvenu à maturité. La fig. 335 reproduit le côté externe d'une de ces écailles avec le mamelon à faces convexes pourvu d'un ombilic central. La fig. 334 donne le côté interne d'une écaille avec ses deux nucules dont les ailes ne sont pas deux fois aussi longues qu'elles et sont tronquées à l'extrémité qui est arrondie. Ce cône a une longueur de 40 millimètres ; il a une forme ovoïde et peu symétrique, parce que les mamelons sont faiblement développés d'un côté, et que de l'autre ils sont relevés en crochet. Chez quelques petits cônes les crochets sont plus saillants, repliés vers la base, et présentent un ombilic excentrique. Par leur forme d'un ovale ramassé et leurs écailles à facettes bombées, ces cônes se rapprochent de ceux du Pinus montana humilis, et par leur crochet moins fortement développé ils s'éloignent du Pinus montana uncinata ainsi que du Pinus montana uliginosa. Comme la longueur du crochet est très-variable, et qu'il n'est pas possible de dire si ces Pins avaient la taille d'un arbre ou simplement celle d'un arbrisseau semblable au Pinus montana humilis, nous ne savons sous laquelle des nombreuses variétés du Pinus montana il faut classer ces débris. Nous devons nous contenter de savoir que ces cônes ont appartenu au Pin de montagne, et que par la forme des cônes c'est du Pinus montana humilis qu'ils se rapprochent le plus. Tous les rameaux pourvus de leurs feuilles que jusqu'ici j'ai reçus d'Utznach apppartiennent au Pin de montagne comme l'indiquent leurs feuilles, aciculaires, plus fortes et peu pointues à l'extrémité (fig. 338). Au contraire les troncs de Pins de la grosseur d'un homme, qui ont été recueillis à Utznach, à Dürnten et à Wetzikon, proviennent très-probablement du Pin sylvestre.

Ces recherches nous prouvent donc que déjà dans ces temps reculés la Suisse possédait les deux espèces de Pin qu'elle nous présente aujourd'hui. Si d'ailleurs elles ne ressemblent pas assez à nos espèces vivantes pour qu'on puisse les assimiler avec certitude à une des nombreuses formes sous lesquelles ces arbres sont connus maintenant, il n'en est pas moins vrai que nos deux espèces si voisines l'une de l'autre sont compri-

ses dans le même ensemble de formes qui leur sont assignées depuis d'innombrables siècles.

3° Pinus Larix L. — Mörschweil et Utznach n'ont fourni que quelques cônes qui très-probablement ont appartenu à cet arbre. — Ils sont petits et ovoïdes; ils ont des écailles striées sans renflement à l'extrémité, et arrondies comme celles du Pinus Larix. Ces cônes étant fortement comprimés, leurs écailles étant en partie détériorées et leurs semences n'étant pas visibles, on ne peut les déterminer avec certitude.

4° L'If (Taxus baccata L.). — J'en ai trouvé à Dürnten. La nucule (fig. 342) est identique pour la forme et la structure à celles de l'If vivant; elle est seulement un peu plus petite. L'ombilic est rond, la testa très-finement ridée est acuminée au sommet.

5° Le Bouleau (Betula alba L.). — Les troncs à écorce blanche, d'une grosseur considérable, se rencontrent à côté de ceux des Pins, et ces deux arbres sont les plus communs des charbons feuilletés. — A l'état frais, on peut diviser l'écorce en minces feuillets; elle est garnie des mêmes lenticelles que l'écorce des Bouleaux actuels. Cette écorce blanche manque aux petits rameaux minces qui sont colorés en brun. On n'a pas jusqu'ici trouvé de feuilles, de fruits et de semences; c'est pourquoi on ne peut avec certitude en déterminer l'espèce; mais la parfaite analogie du bois et de l'écorce avec ceux du Betula alba L. permet de les rapporter à cet arbre.

6° Le Chêne (Quercus Robur L.). — On n'a trouvé jusqu'ici qu'un gland entouré de sa cupule à Mörschweil; il nous a été communiqué par le professeur Deicke. Les pointes des bractéoles qui forment la cupule sont en partie conservées et ressemblent à celles de notre Chêne; cependant la cupule est un peu plus grosse et un peu plus rétrécie à la partie supérieure. — On ne peut savoir si le fruit était sessile ou pédicellé; il n'est donc pas possible de dire s'il appartenait au Quercus pedunculata ou au Q. sessiliflora, qui du reste ont été de nouveau réunis en une seule espèce.

7° Erable faux Platane (Acer pseudoplatanus L.). — Les argiles carbonifères de Binzberg près de Dürnten ont fourni quelques restes, longs de

3 pouces, des feuilles de cet arbre; leurs fortes nervures secondaires, externes se dirigent directement vers le haut, et leurs veinules, naissant presque à angle droit, rappellent tout à fait les feuilles de l'arbre vivant.

En fait de buissons, on n'a découvert jusqu'ici qu'une espèce de Noisetier. — Les fruits sont, il est vrai, parcourus par des stries longitudinales plus profondes que chez nos noisettes; mais c'est la conséquence naturelle d'un long séjour dans un endroit humide, car les noisettes extraites des habitations lacustres et des cavernes à ossements fossiles d'Angleterre offrent le même caractère, en sorte qu'on ne peut les prendre pour une espèce particulière.

Ce qui est très-digne d'attention, c'est que les noisettes des charbons feuilletés présentent les deux mêmes formes que les espèces vivantes *. — La noisette la plus commune de l'époque des charbons feuilletés est celle à fruit court (C. avellana ovata W. fig. 343); elle est d'un ovale court, sa longueur dépasse peu sa largeur (15 mill. de long sur 13 mill. de large). Nous les avons reçues de Dürnten et de Mörschweil. Elles rappellent pour la forme et la grosseur celles des habitations lacustres de Robenhausen, et celles de la même espèce de nos jours. — Quant à la seconde forme (C. avellana L., fig. 344), la noisette est d'un ovale allongé et beaucoup plus longue (24 millim.). Le grand axe est beaucoup plus long que le petit. Nous en avons reçu de M. le professeur Deicke quelques exemplaires provenant des argiles carbonifères de Mörschweil; ces noisettes ne diffèrent nullement de celles des habitations lacustres non plus que de celles de la flore actuelle.

* Les fruits de l'une sont presque globuleux et à peine comprimés; ceux de l'autre variété au contraire sont d'un ovale allongé et un peu comprimés. Chez la première, les jeunes rameaux, les pétioles et la base de la cupule sont abondamment garnis de poils glanduleux (c'est la C. glandulosa Shoutlew, C. Avellana ovata W.). Chez la seconde, il n'y a que peu ou point de poils, et la cupule est plus forte que le fruit. Cependant la variété à fruit court se rencontre aussi avec une cupule courte et garnie de poils peu glanduleux (Schambelen); donc ce caractère n'est pas constant. La forme à fruit court mûrit les siens plus tôt que l'autre; elle est connue chez nous sous le nom de Noisette d'Août.

Parmi les plantes herbacées qu'on rencontre le plus souvent, on peut citer le Trèfle d'eau (Menyanthes trifoliata L.), et le Roseau (Phragmites communis Tr.). Nous ne connaissons du Trèfle d'eau que des graines petites, brillantes, d'un brun jaune et en forme de lentilles (fig. 345); elles se présentent par places en quantité considérable dans les charbons de Dürnten, d'Utznach et de Mörschweil. On ne peut les distinguer des graines de l'espèce actuelle qu'on a découvertes aussi dans les habitations lacustres de Robenhausen. Le Roseau est excessivement abondant à Utznach et à Dürnten dans les couches intermédiaires de couleur foncée « silber; » en certains endroits, ces couches sont parcourues par des rubans d'un noir brillant. Ils sont formés par des rhizômes articulés et par des feuilles à nombreuses nervures longitudinales. — Souvent les branchilles qui sortent des nœuds, et les fibrilles des racines sont encore conservées. Les Roseaux, à l'exclusion de toute autre plante, remplissent des couches entières. Ils composaient donc à eux seuls la végétation là où la tourbe est recouverte par la couche argileuse.

Nous n'avons du Scirpus lacustris L. que des fruits (fig. 346); ils ne sont pas rares dans les couches d'argile de Dürnten, et ressemblent parfaitement à ceux de l'espèce vivante qui est représentée à Robenhausen. J'ai rencontré aussi dans les argiles carbonifères de Dürnten quelques graines du Framboisier (Rubus idæus L.), du Polygonum Hydropiper L. et du Macre flottant (Trapa natans L.?). La détermination de ces deux dernières espèces n'est pas parfaitement certaine. Je n'ai trouvé du fruit du Trapa que des débris, avec quelques piquants qu'on peut cependant attribuer à cette plante.

A Utznach et à Dürnten, les fruits du Galium palustre L. ne sont pas rares; dispersés dans les couches carbonifères, ils ont la grosseur de grains de poudre, et leur surface est rugueuse.

A Dürnten, on n'a jusqu'à ce jour recueilli du Myrtille ponctué (Vaccinium vitisidæa L.) qu'une seule feuille coriace et bien conservée, mais la détermination en est encore douteuse.

Ces végétaux des charbons feuilletés et tous ceux qui se trouvent dans

les couches carbonifères sont tous des plantes des tourbières; mais les autres espèces qui se rencontrent dans les bandes d'argile, savoir: les Ifs, les Noisetiers, les Framboisiers et les Macres, y ont été transportées du voisinage, par eau, et se sont enfouies dans le limon abandonné par les inondations.

La seule Phanérogame qu'on ne puisse rapporter à une espèce vivante est un Nénuphar, qui diffère essentiellement des nôtres par la forme de ses graines, seuls restes de cette plante; elle a été classée par Caspary dans un genre spécial * (Holopleura). Ces graines, qui ont 2 $^1/_2$ à 3 millimètres de longueur, sont ovales, brunes et pourvues à une de leurs extrémités (fig. 348 a, c) d'un opercule rond qui porte un ombilic semi-lunaire et une petite verrue (fig. 348 d). La coque de la graine est très-épaisse (fig. 348 b), et sa couche extérieure se compose de cellules à parois également très-épaisses. Ces graines ont la taille et la forme de celles de nos Nénuphars blancs, mais elles en diffèrent par leur opercule et par leur coque solide. Ce caractère les rapprocherait de la Victoria regia Lindl. chez laquelle cependant les parois des cellules sont beaucoup moins épaisses.

Les Cryptogames des charbons feuilletés sont représentés surtout par des Mousses **; par places, elles se présentent en masses compactes, et forment d'épais matelas.

La Mousse des marais (Sphagnum), qui joue actuellement un rôle si considérable dans les marécages, présente à Dürnten une espèce: le Sph. cymbifolium. Les Hypnacées sont cependant plus abondantes et

* Le prof. Caspary, de Königsberg, a classé cette espèce d'après les semences trouvées dans les lignites de Dornheim et de Wölfersheim dans le Wetterau. Je lui ai envoyé des exemplaires de Dürnten qu'il a reconnus pour être identiques à ces dernières. Non-seulement la forme extérieure est la même, mais encore la structure des cellules est semblable. Celles-ci, macérées, prennent une jolie couleur bleue si on les traite par l'iode et l'acide sulfurique; ce qui prouve que, malgré un séjour de plusieurs milliers d'années en terre, la cellulose est bien conservée.

** M. le prof. Schimper, de Strasbourg, l'homme le plus versé dans la connaissance des Mousses, a eu la complaisance de les examiner et de les déterminer.

fournissent à Dürnten 3 espèces. La plus commune est l'Hypnum lignitorum Schimp.; elle tient le milieu entre l'Hypnum palustre et l'H. ochraceum qui se rencontrent dans les ruisseaux de montagne, et poussent sur le bois pourri et sur les pierres. Une seconde espèce aussi commune, l'H. priscum Schimp. est très-semblable à l'H. sarmentosum Wahlb. qui vit aussi bien en Laponie que sur les sommités les plus élevées des Sudettes. La troisième espèce rappelle les H. stramineum et trifarium qui se plaisent dans les marais tourbeux et le long des ruisseaux de montagne. Une espèce provenant de Mörschweil, le Thuidium antiquum Schimp. est tout à fait semblable à une Mousse vivante, le Th. delicatulum.

Les Cryptogames vasculaires n'ont fourni, à ma connaissance, que les tiges articulées et striées d'une espèce de Prêle (Equisetum limosum L. ?).

Si jusqu'ici le nombre des plantes trouvées dans les charbons feuilletés n'est pas grand, nous pouvons cependant nous représenter le monde végétal qui habitait les marais tourbeux de cette époque reculée, et je crois avoir démontré que la flore, représentée dans notre vue de Dürnten, devait avoir eu cet aspect.

Passons maintenant au règne animal. Nous distinguons dans le paysage trois formes très-caractéristiques : les Éléphants, le Rhinocéros et le Bœuf primitif.

A Dürnten, on a découvert deux très-belles molaires d'Éléphant, qui gisaient au fond de la couche carbonifère, à côté de grands débris d'ossements de cet animal. La face supérieure des dernières molaires de la mâchoire (fig. 350) a un diamètre de 67 millimètres; elle est garnie de 12 protubérances transversales, allongées, dont les bords émaillés sont ondulés et portent çà et là des tubercules plus ou moins prononcés. C'est la forme des dents de l'Elephas antiquus Falc. qui paraît être très-voisin de l'Éléphant africain, et qui avait probablement la même taille et la même forme. Chez le Mammouth (Elephas primigenius Blumenb., fig. 351), les protubérances transversales des molaires sont parallèles, plus rappro-

Fig. 350.

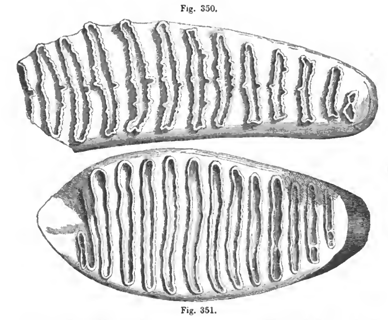


Fig. 351.

Fig. 350. **Elephas antiquus** Falc. Dernière molaire de la mâchoire inférieure, de Dürnten, 1/2 grand. nat. — Fig. 351. **Elephas primigenius** Blumenb., molaire 1/2 grand. nat., de la tranchée du chemin de fer à Luttingen près d'Hauenstein sur le Rhin.

chées les unes des autres, moins crénelées et n'ont pas d'angles saillants latéraux.

Les argiles des charbons feuilletés de Dürnten ont fourni un squelette presque complet de Rhinocéros; mais par un accident malheureux il est presque complétement perdu. Il nous en est cependant parvenu quelques os et quelques dents qui font reconnaître le Rh. etruscus Falc.* Il dif-

* Hermann de Meyer l'a considéré comme le Rhinocéros Merkii. D'après lui (voy. Palæontographica, IX, 1864, p. 242), il y a eu en Allemagne deux Rhinocéros diluviens: le Rh. Merkii chez qui les narines ne sont séparées par une cloison osseuse que dans la première partie de leur parcours, et dont les molaires ne sont pas entourées d'émail; et le Rh. tichorhinus Cuv. avec une cloison nasale complète et des molaires garnies d'une forte couche d'émail. Les espèces vivantes et tertiaires (ainsi que l'espèce pliocène, Rh. leptorhinus Cuv.) n'ont pas de cloison nasale osseuse et leurs inci-

fère considérablement de toutes les espèces vivantes ; mais la grosseur des deux cornes dont sa tête était ornée, et la forme des dents semblent en faire le proche parent du Rhinocéros à deux cornes du Cap (Rh. bicornis L.).

Dans notre collection provenant de Dürnten, nous avons des morceaux de mâchoires de l'Urochs avec des dents (Bos primigenius Boj.). — A Utznach, on a trouvé, il y a quelques années, un crâne complet de l'Urochs avec deux grandes cornes, mais malheureusement il a été perdu. D'après le professeur Rütimeyer, cet animal serait la souche de notre Bœuf et aurait assez bien conservé son type dans la race frisonne. Il est de $^1/_4$ à $^1/_5$ plus grand qu'une très-grande Vache, les cornes sont fortement recourbées en arrière et en dehors ; puis elles se dirigent en avant, et se redressent de telle façon que les pointes, très-hautes, sont perpendiculaires au front ; l'extrémité cependant est légèrement recourbée en arrière.

L'Eléphant et le Rhinocéros se sont éteints pendant l'époque diluvienne ; mais l'Urochs se rencontre encore dans les habitations lacustres (à Robenhausen et à Moosseedorf), comme animal sauvage. Il vivait avec le grand Cerf (Cervus Elephas L.), dont à Dürnten et à Utznach on a trouvé des dents qu'il est impossible de distinguer de celles de l'animal vivant.

L'Ours, dont on a retrouvé des dents et une partie de mâchoire dans

sives sont persistantes. Le Rh. tichorhinus a été trouvé gelé dans la terre de Sibérie ; il avait encore la peau et les poils ; ses dents et ses os ont été signalés sur beaucoup de points en Europe. Dans le bassin du Rhin, on les trouve dans le löss et dans les cavernes à ossements. Le Rh. Merkii a été recueilli près de Mauer, dans la vallée du Neckar, dans un gisement de sable et de gravier inférieur au löss et à Mosbach près Wiesbaden, il parait se trouver dans des gisements inférieurs à ceux qu'occupe le Rh. tichorhinus dans la Lahnthal voisine. D'après H. de Meyer, le Rh. Merkii serait donc apparu avant le Rh. tichorhinus ; il occupait la partie inférieure du diluvium et le second la partie supérieure, quoiqu'il ne soit pas prouvé qu'en de certains endroits les deux espèces n'aient pas vécu ensemble. D'après Lartet (Ann. des Sc. nat., 1867, VII, 27), le Rh. Merkii H. de Meyer n'est cependant pas l'espèce de Jæger et Kaup, mais bien le Rh. etruscus Falc. ; nous lui laissons donc ce dernier nom.

les charbons feuilletés d'Utznach, était considérablement plus gros que notre Ours des Alpes, et forme une espèce spéciale à l'époque diluvienne et qu'on rencontre fréquemment dans les cavernes. Il a reçu de là le nom d'Ours des cavernes (Ursus spelæus Blumenb.). Son front était beaucoup plus bombé que celui de notre Ours, ses dents étaient aussi plus grosses et il avait une barre entre les canines et les premières vraies molaires.

L'existence de l'Écureuil dans ces parages nous est révélée par des cônes de Pins rongés de la même manière que ceux que nous voyons dans nos forêts et que ce petit animal a dépécés pour en retirer la graine (fig. 332)*.

En fait d'animaux inférieurs, on n'a signalé jusqu'ici que quelques espèces de Mollusques et d'Insectes. — Les premiers se rencontrent par milliers dans l'argile. Si l'on excepte quelques fragments d'Anodontes, on n'y a reconnu que les trois espèces : Pisidium obliquum Lam., Valvata obtusa Drap. et une variété de la V. depressa Pfr. Ces espèces vivent encore maintenant chez nous, et les Valvates habitent les ruisseaux qui traversent les tourbières.

On recueille les Insectes soit dans le charbon, soit dans l'argile. Les premiers sont presque exclusivement des Donacia ; ils se trouvent en telle quantité que leurs élytres se voient par centaines sur le charbon. Possédant encore leurs couleurs métalliques bleues et vertes, ils ressortent en taches brillantes et colorées sur le fond noir. Ordinairement on trouve les élytres, plus rarement le thorax, et les jambes sont presque toujours séparées du corps. Ces Insectes ont sans doute vécu sur les plantes aquatiques et marécageuses des marais tourbeux. A leur mort, ils tombaient dans l'eau, et les diverses parties de leur corps se disloquaient ; les plus dures et surtout les élytres ont seuls été conservés ; allant au fond avec

* J'ai vu au British Museum des cônes dans le même état ; ils provenaient du forest-bed des côtes de Norfolk (voy. Lyell, Antiquity of man, p. 215). Lindley les a décrits par erreur comme une espèce spéciale (Pinus Woodwardi). Voy. Hutton and Lindley, Fossil flora of Britain, III, p. 226, B.

d'autres substances organiques, elles furent enfouies dans la masse tourbeuse. Quand ces débris viennent d'être retirés de la terre, ils sont parfaitement conservés; mais en se séchant, le charbon se contracte et les détruit, ou du moins il les plie et les courbe, de sorte qu'ils ne peuvent plus servir à la détermination. On peut distinguer à Dürnten et à Utznach deux espèces d'après la forme et la ciselure des élytres; ces deux espèces sont identiques avec les Donacia discolor et D. sericea L., qui vivent dans nos marais et sur le bord de nos lacs. — L'espèce la plus commune est le Donacia discolor Gyll. qui déjà à cette époque possédait de brillantes

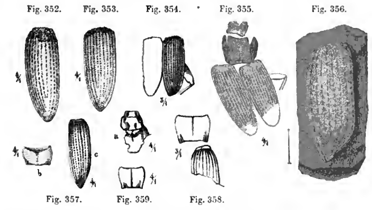


Fig. 352. **Donacia sericea** L. gross. 4 fois, de Dürnten. — Fig. 353 à 355. **Donacia discolor** Gyll. — Fig. 353. Élytre gross. 4 fois, de Dürnten. — Fig. 354. Mâle d'Utznach, gross. 4 fois. — Fig. 356. **Hylobius rugosus** Hr. gross. un peu plus de 3 fois, de Dürnten. — Fig. 357. **Carabites (Harpalus ?) diluvianus** Hr., de Dürnten, grossi 4 fois; a. tête et portion du thorax; b. thorax; c. élytres. — Fig. 358. **Pterostichus nigrita** F. sp. gross. 3 fois, de Dürnten. — Fig. 359. **Carabites cordicollis** Hr. gross. 4 fois, de Dürnten.

couleurs métalliques, vertes et bleues, et ressemblait à l'espèce vivante par les dessins de ses élytres, par leurs fines rides transversales et par la disposition de leurs lignes ponctuées (fig. 353); il avait le même thorax orné de points symétriquement arrangés et serrés (fig. 354). Chez le mâle (fig. 355), les cuisses des jambes de derrière étaient également

épaisses. Le Donacia sericea L. (fig. 352), espèce voisine, est plus rare; chez lui, les points alignés depuis l'extrémité de l'élytre ne sont pas si bien marqués, et se confondent avec ceux de la pointe.

Les larves de ces deux espèces et leur nourriture ne sont pas encore connues; les Insectes parfaits vivent sur les plantes des marais et sont répandus dans toute l'Europe jusqu'en Laponie.

Les argiles carbonifères de Dürnten m'ont donné les élytres bien conservés d'un Rhyncophore (Hylobius rugosus Hr., fig. 356), espèce perdue, mais proche parente de l'Hylobius Pineti Aut. * Dans les argiles claires, on rencontre çà et là des écailles d'un noir brillant qui sont les restes d'élytres et de thorax de petits Coléoptères. — Ils appartiennent en grande partie aux Carabicini. — Une espèce (fig. 358) ressemble beaucoup au Pterostichus nigrita F. sp. qui est commun dans toute la Suisse jusque dans la région subalpine; deux autres espèces **, le Cara-

* Élytres d'un noir de charbon, deux fois plus longs que larges; les points du réseau sont plus profonds et moins serrés que dans les lignes intermédiaires; les espaces sont chagrinés et ridés. Les points des lignes sont très-profonds; la première et la seconde ligne courent parallèlement d'avant en arrière; la troisième rencontre la huitième en arrière; la quatrième rencontre la cinquième, et la sixième la septième. Ces deux paires s'arrêtent en dedans du champ formé par les lignes 3 et 8. Les espaces intermédiaires sont grossièrement pointillés et ridés transversalement. Les points sont plus profonds à la base de l'élytre qu'au milieu et à l'extrémité. Il se distingue de l'H. Pineti par une taille moindre et par des élytres de la même largeur, mais plus courts et dont la ciselure est différente. Chez l'H. rugosus, les deux premières rangées n'ont que 13 points, tandis qu'il y en a 17 à 24 chez l'H. Pineti; les rangées ou plutôt les lignes ponctuées du milieu ont au contraire le même nombre de points dans les deux espèces. Les rides des entre-champs sont aussi plus prononcées que chez ce dernier.

** Le Carabites diluvianus se distingue par son thorax large, court et muni de forts angles à l'extrémité postérieure; il a une ligne médiane lisse, avec une empreinte à la base de chaque côté et en avant, une rangée transversale de points. Les raies des élytres sont ponctuées, les champs intermédiaires plats et lisses. Il a la grosseur de l'Harpalus satyrus Kn., et son thorax est semblable à celui de cette espèce dont il se distingue cependant par des lignes ponctuées. J'en ai trouvé à Dürnten des élytres, des thorax et une tête fort bien conservée. Il semble appartenir au genre Harpalus. Le Carabites cordicollis a un thorax cordiforme lisse avec des bords fortement repliés en arrière, une ligne médiane profonde et une forte empreinte à la base de chaque côté. Il appartient peut-être au genre Pterostichus (Argutor).

bites diluvianus Hr. (fig. 357) et le Carabites cordicollis Hr. (fig. 359) ne peuvent être rapportés à aucune forme actuelle. Ces Coléoptères vivaient probablement au bord des ruisseaux, et ont péri sans doute par les inondations amenant du limon dans les marais tourbeux.

Une formation de charbons feuilletés, semblable à celles d'Utznach et de Dürnten, se voit à Chambéry et à Sonnaz en Savoie. Sur un lit de sable fin d'une profondeur inconnue se trouve de l'argile grise avec une couche de charbon. Au-dessus viennent 8 mètres de pierres roulées qui, dans leur partie supérieure, sont liées entre elles par un ciment calcaire. Cette formation est recouverte elle-même de 30 mètres environ d'un dépôt de débris non stratifiés, avec des fragments striés (erratiques). Ces dépôts se présentent donc presque dans les mêmes conditions que ceux de Dürnten et d'Utznach. Dans les charbons feuilletés, nous rencontrons des cônes de Sapin et des Bouleaux ; dans l'argile, des feuilles de Saule (Salix cinerea L. et Salix repens L.) ainsi que les élytres des Donacia discolor Gyll? et D. Menyanthidis F. ; enfin de petits Carabides*. — On n'y a pas encore trouvé de Mammifères. D'après M. Pillet, c'est toujours dans des formations plus récentes qu'on rencontre le Mammouth et l'Ours des cavernes. Mon ami, M. Charles Gaudin, a découvert également des charbons feuilletés à Biarritz dans le sud-ouest de la France, ce qui est très-remarquable. Ils renferment les graines d'une Nymphœacée éteinte, l'Holopleura Victoria Casp., du Trèfle d'eau, une noisette et les élytres colorés d'une Donacia.

En jetant un coup d'œil général sur les plantes et les animaux des charbons feuilletés, on constate aussitôt qu'ils diffèrent complétement de ceux de la mollasse. — Oeningen date du dernier âge de la mollasse, et n'a pas une seule espèce commune avec les charbons feuilletés dont le monde organique présente un tout autre caractère. Il y a donc un hiatus énorme entre la mollasse et cette dernière formation. Nous pouvons nous en rendre compte en comparant les deux paysages représentant Lau-

* Je suis redevable de la communication de ces faits à M. Pillet, de Chambéry.

sanne et Dürnten. Là une nature subtropicale avec des arbres complétement étrangers à notre pays; ici au contraire une reproduction de notre végétation actuelle. Une transformation complète a donc eu lieu dans la nature organique, et les charbons feuilletés annoncent déjà l'ordre de choses présent. Quoiqu'ils renferment encore quelques types perdus, ils se rapprochent beaucoup plus de notre époque que de l'époque miocène, et ils sont les avant-coureurs d'une création nouvelle qui est comme l'aurore de la nôtre. La nature organique n'a pas seule changé, mais le sol même a subi une transformation et a pris en général la physionomie que nous lui connaissons. Les rapports de stratification des charbons feuilletés nous donnent d'importantes indications. Nous avons vu plus haut (p. 331) que la mollasse s'était relevée le long des Alpes, tandis que dans le bassin suisse elle conservait sa position horizontale. A Utznach, les grès, obéissant à ce relèvement, ont une position perpendiculaire (voy. fig. 329, page 598), comme on peut le voir à la vieille Burgruine. — Sur cette mollasse redressée reposent horizontalement les dépôts de charbons feuilletés et des couches de cailloux roulés. Dans une coupure faite pour la construction de la route de Gauen, on pouvait voir les couches horizontales de charbon reposant immédiatement sur la tête des couches perpendiculaires de la mollasse. — Il est donc évident que le redressement de la mollasse a eu lieu avant le dépôt des charbons. Ce redressement de la mollasse que l'on peut suivre tout du long de la chaîne des Alpes, est en connexion étroite avec la transformation du relief de l'ensemble de nos montagnes. Nous discuterons ces phénomènes avec plus de détails dans un des chapitres suivants. Ce changement dans le relief de notre pays, de même que les modifications apportées à la nature organique, eut lieu justement entre l'époque œningienne (la mollasse la plus récente) et la formation des charbons feuilletés. Nous sommes fondés à croire que pendant l'époque des charbons feuilletés, nos montagnes avaient, du moins dans leurs caractères essentiels, l'aspect qu'elles ont de nos jours.

Nous n'avons en Suisse aucune formation renfermant des restes orga-

niques de l'époque qui s'est écoulée entre les dépôts d'Oeningen et les charbons feuilletés. Il paraîtrait donc que ces derniers suivirent immédiatement la mollasse supérieure et qu'il ne se passa qu'un temps très-court pour la transformation de la nature organique et de l'inorganique. — Afin d'asseoir notre jugement sur ce point, nous étudierons ailleurs les mêmes formations. — Les meilleurs renseignements que nous puissions recueillir nous viennent d'Angleterre et d'Italie. — En Angleterre, sur les côtes du comté de Norfolk, l'action des vagues en a rongé les bords sur une grande étendue. Là, dans l'espace de 40 milles (de Cromer à Kessingland), on distingue les restes d'une ancienne forêt. On voit encore les souches droites de nombreux arbres dont les racines pénètrent l'argile dans toutes les directions. Ils sont recouverts d'une couche de glaise qui renferme par places de minces filons de lignite. Entre les souches des arbres et ces lignites, on trouve des cônes du Sapin, du Pin commun et du Pin de montagne*, des semences d'If, des fruits du Ceratophyllum demersum, des graines du Trèfle d'eau, du Nénuphar blanc et du jaune, des glands, et les noisettes courtes du Corylus avellana ovata W.

On a recueilli avec ces plantes non-seulement des dents de l'Elephas antiquus Falc., mais aussi celles de El. meridionalis, puis les restes du Rhinoceros etruscus Falc., de l'Hippopotamus major, de Bœufs, de Chevaux, de Cerfs, de Cochons, du Sorex moschatus Pall. et du Castor. Les Bivalves et les Univalves concordent avec nos espèces vivantes; on y rencontre le Pisidium obliquum Lk. sp. comme à Dürnten. Les Donacia n'y manquent pas non plus; ils nous indiquent avec le Trèfle d'eau et les Nénuphars, l'origine marécageuse du terrain. Cette forêt enfouie (forest bed) des côtes de Norfolk date probablement de la même époque que la formation de nos charbons feuilletés.

Les Sapins et les Pins de montagne ont disparu de la flore anglaise; mais ils font partie de la flore européenne comme tous les végétaux re-

* Grâce à MM. Lyell et Falconer, j'ai pu étudier à Londres les restes de ces plantes.

trouvés dans cette localité. Ils sont aussi accompagnés, de même qu'à Dürnten, de quelques animaux éteints qui donnent à la faune un cachet étranger.

Sur les côtes de Norfolk, on peut observer immédiatement au-dessous de cette forêt ensevelie, un dépôt marin qui par places renferme de nombreux débris de faune marine. On l'a désigné sous le nom de *Norwich-Crag*. Quatre-vingt-cinq pour cent des animaux marins qu'il renferme sont encore vivants (69 sur 81), et parmi eux il n'y en a aucun des contrées méridionales, 12 ne vivent maintenant que dans des contrées septentrionales. Si l'on va de haut en bas, on trouve au-dessous du norwich-crag (en Angleterre) un autre dépôt marin, le *Crag rouge (Red-crag)*, puis au-dessous de ce dernier un troisième appelé *Crag corallien (Coralline-crag)*. Dans le nombre des Mollusques que renferme le premier, les espèces vivantes représentent 57 %; il y en a 8 du Nord et 16 du Midi. — Parmi les Mollusques du crag corallien, les espèces vivantes représentent 51 %, dont 27 sont méridionales, 26 méditerranéennes, 1 de l'Inde occidentale et 2 seulement appartiennent au Nord. Nous voyons par là que la température de la mer s'abaissait peu à peu, et que les formes méridionales disparaissaient toujours plus pour faire place à des formes septentrionales.

On ne trouve en Angleterre aucune formation à laquelle on puisse comparer exactement notre mollasse supérieure; c'est pourquoi nous ne pouvons déterminer nulle part, d'après l'examen du rapport de stratification, les relations qui existent entre ces crag et notre mollasse. Nous avons cependant vu plus haut (page 527) que les coquilles marines de l'étage helvétien sont représentées par 35 % d'espèces vivantes, et de plus que dans l'étage supérieur de notre mollasse il n'y avait aucun reste d'Éléphant proprement dit, mais bien deux Mastodontes, qui manquent complétement au crag. — Ce dernier nous donne une autre espèce de Mastodonte, M. arvernensis, et avec lui de vrais Éléphants et des Hippopotames. — Le crag anglais est donc plus récent que nos étages d'Oeningen et comblent l'hiatus entre cette formation et nos charbons

feuilletés. On a appelé l'époque pendant laquelle ces dépôts se sont formés : époque *Pliocène*, et on la considère comme la troisième grande division de la période tertiaire. — Les forêts enfouies du Norfolk et nos charbons feuilletés (que nous pouvons désigner sous le nom de « *Formation d'Utznach* ») nous annoncent une nouvelle période qu'on a appelée *Quaternaire* ou *Diluvienne*, et qui diffère de la formation pliocène par l'identité de sa flore et de sa faune marine avec celles de l'époque actuelle.

Ceci nous prouve qu'une longue période s'est écoulée entre la formation œningienne et celle d'Utznach ; nous ne devons donc pas être surpris de rencontrer dans cette dernière une flore toute différente. Il serait d'un grand intérêt de savoir ce qui s'est passé pendant cette époque intermédiaire et comment la transition s'est opérée. Malheureusement nous n'avons encore que peu de renseignements sur la flore pliocène ; il est donc impossible pour le moment de résoudre cet important problème. La flore fossile italienne jette cependant un peu de jour sur la question. La flore miocène supérieure de la haute Italie et de l'Italie moyenne offre les mêmes caractères que celle de notre mollasse supérieure. Nous la rencontrons dans les carrières de gyps de Stradella et de Guarene en Piémont, dans les argiles bleues cuites de la vallée supérieure de l'Arno en Toscane et près de Sinigaglia. — Cette flore nous fournit les mêmes espèces d'Ambriers, de Chênes verts, de Camphriers et de Laurinées, de Taxodium, de Glyptostrobus, de Planères, de Platanes, de Charmes, de Sapindus et de Noyers que notre flore suisse nous a appris à connaître.

En Toscane, dans la vallée de l'Arno, on voit au-dessus de la mollasse supérieure un sable ferrugineux d'un brun jaune, qui a reçu le nom de *Sansino*, et qui appartient au pliocène. On y retrouve le même Mastodonte (M. arvernensis) que dans le crag de Norwich et en même temps un Éléphant (E. meridionalis), un Hippopotame (H. major) et un Rhinocéros (Rh. etruscus Falc.), qui ont habité aussi la forêt de Norfolk. — On a reconnu dans ce sansino jusqu'à ce jour 5 espèces de plantes. Trois

lui sont spéciales ; mais il partage les deux autres avec la mollasse ; ce sont : le Glyptostrobus europæus et le Cinnamomum Scheuchzeri.

On a découvert un nombre plus considérable de plantes à Montajone, vallée latérale du Val d'Arno. La mer s'étendait autrefois jusqu'à cet endroit et y a déposé un grès mou d'un gris jaune qui renferme des feuilles et des animaux marins ; comme dans le crag corallien, la moitié environ de ces animaux est encore vivante ; cette localité est donc pliocène. On trouve parmi les plantes beaucoup de formes spéciales dont cependant la moitié concorde avec celle de l'étage œningien, telles que les Platanes, les Charmes, les Ambriers, quelques Peupliers, l'Ormeau à petites feuilles, des Planères, quelques Noyers, un Sapindus et un Jujubier à feuilles de Tilleul. Cependant toutes les formes tropicales manquent ; mais ces espèces sont par anologie fort voisines des espèces vivantes qui croissent sous le climat de la Toscane.

En Toscane, l'étage supérieur nous offre des tufs compactes (Travertin di massa marittima) qui renferment en plusieurs endroits des empreintes de plantes. Cette roche nous donne un curieux mélange d'espèces vivantes et d'espèces éteintes. Parmi les dernières nous remarquons, à côté de quelques arbres miocènes (ainsi l'Ambrier, le Planère et le Betula prisca), plusieurs formes particulières, au nombre desquelles un Thuya Saviana Gaud. et le Juglans paviæfolia Gaud. offrent un grand intérêt. — Quant aux espèces vivant encore, elles appartiennent en partie au sud de l'Europe ; ce sont le Figuier, l'Arbre à manne, le Charme oriental, l'Arbre de Judée (Cercis siliquastrum L.), plusieurs Chênes du Midi et la Salsepareille (Smilax aspera L.). D'autres appartiennent à nos contrées, ainsi : le Hêtre, l'Ormeau, l'Alizier, le Saule cendré (Salix cinerea L.), l'Érable de montagne, l'Érable commun et le Lierre.

On n'a point jusqu'ici rencontré dans ce travertin de restes d'animaux, et l'on n'y a observé qu'une espèce de plante qui lui soit commune avec les charbons feuilletés ; mais le mélange d'espèces éteintes et d'espèces vivantes indiquerait que ces deux gisements ont la même date. Nous pouvons ajouter que le même mélange se retrouve dans le tuf d'Ayga-

lades, près de Marseille. — On y distingue un Noisetier, le Salix viminalis, des Tilleuls, un Figuier, le Cercis et le Laurier, ainsi que les restes de l'Elephas antiquus Falc. — Ainsi donc, à l'époque où cet Éléphant vivait en Europe, la flore des deux côtés des Alpes avait le même caractère que maintenant et se composait en grande partie des mêmes espèces; tandis que durant l'époque intermédiaire ou pliocène, la flore italienne différait beaucoup de la nôtre. Il faut rapporter à l'époque pliocène les lignites de Gandino près de Bergame en Lombardie, et ceux de La Folla d'Indune sur le lac de Varese. — Dans ces deux localités, on trouve le Juglans tephrodes Ung., qu'on peut à peine distinguer d'une espèce américaine, le J. cinerea. Nous voyons par là que quelques formes américaines se sont conservées chez nous jusqu'à l'époque pliocène. Cette même espèce de Noyer se rencontre aussi dans les charbons pliocènes de Wetterau; ces charbons se relient au pliocène italien par ce Noyer et par un Pin* (Pinus Cortesii Brongn.). On y trouve aussi, chose remarquable, quelques plantes d'Utznach, des Pins de montagne et un Nénuphar (l'Holopleura Victoria Casp.). Ces lignites, grâce aux espèces dont nous venons de parler, forment la transition entre les gisements pliocènes et ceux d'Utznach. C'est probablement à la même époque qu'il faut rapporter les lignites de Rippersrode en Thuringe, qui ont donné les Corylus ventrosa Ludw., bulbifera Ludw., Magnolia cor Ludw. et Cytisus reniculus Ludw.; on les a aussi observés dans les charbons supérieurs de Wetterau.

Tandis que ces lignites sont un peu plus anciens que la formation d'Utznach et appartiennent au pliocène supérieur, les sables et les cailloux roulés qui se trouvent dans la vallée du Rhin au-dessous du löss ont probablement été déposés pendant l'époque des charbons feuilletés.

* Ludwig les a décrits comme Pinus resinosa et Schnittspani. Palæontographica, V, Pl. XVIII. La Pl. XIX, fig. 4, représente un Pin qui est probablement le Piuus abies L. La Pl. XIX, fig. 1, reproduit le Pinus brevis; je l'ai pris d'abord pour le P. sylvestris, mais cependant les facettes plus bombées et fortement accentuées indiquent un P. montana.

Dans les lignites, on trouve le Rhinoceros etruscus à côté de restes d'Éléphants, d'Hippopotames, de Bœufs, de Castors, de Cerfs et de Chevaux; tandis que dans le löss on rencontre une autre espèce de Rhinocéros (Rh. tichorhinus) avec le Mammouth. Les mêmes animaux se trouvent aussi chez nous dans une formation qui vient après celle d'Utznach, et qui a joué dans l'histoire de notre pays un si grand rôle que nous devons lui consacrer un chapitre spécial.

CHAPITRE XIII

L'ÉPOQUE GLACIAIRE

Les gisements stratifiés de cailloux roulés. — La formation erratique. — Moraines et blocs erratiques. — Leur distribution. — Leur point de départ. — Causes de leur dispersion. — Ils ne peuvent avoir été transportés depuis les Alpes ni par les eaux ni par les glaces flottantes. — L'hypothèse de grands glaciers qui auraient recouvert la Suisse explique tous les phénomènes erratiques. — Coup d'œil sur les glaciers actuels de notre pays; leur mouvement en avant; leurs moraines latérales, médianes et terminales; leurs effets sur les parois latérales et sur le sol; les ruisseaux de glaciers et les masses de débris entrainés par eux. — Application à la formation erratique. — A l'époque glaciaire la Suisse était envahie par sept grands glaciers. — L'Europe septentrionale était également recouverte d'une immense mer de glace. — Longue durée de l'époque glaciaire. — La formation des charbons feuilletés et les dépôts de cailloux roulés eurent lieu durant une époque qui fut précédée et suivie d'un grand développement des glaciers. — Les divisions de la période diluvienne. — La flore de cette période. — Les colonies de plantes alpines sur les chaines de collines et dans les marais tourbeux. — Ces colonies datent de l'époque diluvienne, et expliquent les affinités de la flore alpine avec celle du Nord. — La faune. — Mollusques. — Mammifères. — Colonies d'espèces alpines et septentrionales. — La faune marine révèle aussi l'époque glaciaire. Il en est de même de l'immense hiatus qui sépare le monde organique de notre pays d'avec le miocène. — La première apparition de l'homme date de l'époque diluvienne. — Notice sur l'histoire de la théorie des glaciers. — Jean de Charpentier en est le fondateur.

La fig. 328 (pag. 597) nous a donné le profil de Dürnten et nous a montré que les charbons feuilletés sont recouverts d'un gisement considérable de cailloux roulés et de sable, et qu'au-dessus se trouvent à découvert des blocs isolés.

La même stratification se remarque à Utznach (p. 598, fig. 329). Les nombreuses carrières à gravier exploitées pour le ferrage des routes nous indiquent que toutes les vallées et les plaines du nord de la Suisse sont recouvertes de cailloux roulés et de sable stratifié, par conséquent que les gisements de Dürnten et d'Utznach ont une analogie complète avec une grande partie des formations que nous voyons dans les parties basses de la Suisse ; on a désigné ces gisements sous le nom de *Diluvium* ou *Alluvions anciens*. Ils consistent en fragments plus ou moins roulés dont la grosseur varie en général depuis celle d'une noix à celle du poing ; ils alternent quelquefois avec des bandes de sable qui gisent dans une position plus ou moins horizontale. Les roches d'où proviennent ces cailloux roulés n'existent pas dans les plaines de la Suisse, mais sont originaires des vallées avoisinantes. Dans le canton de Zurich, les carrières de gravier renferment une quantité de cailloux roulés de couleur rouge ; c'est du sernifit des Alpes glaronnaises ; puis des galets calcaires appartenant à plusieurs des formations calcaires de nos hautes montagnes. Dans les environs du lac de Constance et du Rhin, par exemple à Diessenhofen, à Stein, etc., on rencontre partout des bancs considérables de cailloux roulés provenant des vallées du Rhin. La plaine entre Thoune et Thierachern est recouverte jusqu'au bord du lac de sable et de cailloux des Alpes voisines. Sur les bords du lac de Genève, on remarque des bancs de gravier dont les matériaux ont été fournis par le Valais. Les mêmes phénomènes se voient sur le versant sud des Alpes ; au midi du lac Majeur, par exemple, d'immenses bancs de sable et de cailloux roulés s'avancent jusque dans la plaine.

Ces bancs de cailloux stratifiés ressemblent tellement aux graviers amenés par nos torrents de montagne que, sans aucun doute, ils ont été déposés de la même manière.

Il faut bien distinguer ces bancs stratifiés d'autres masses de gravier qui ne le sont pas et qu'on désigne sous le nom d'*Erratiques*. Ces derniers consistent en amas de sable et de pierres sans ordre, ou seulement en blocs isolés et de toutes les grosseurs. Là où ces blocs gisent en grand

nombre, les gros et les petits sont disposés sans ordre; les uns sont arrondis, d'autres ont des arêtes et des angles; on en voit souvent qui sont parcourus par des stries ou des égratignures rectilignes tantôt parallèles, tantôt se croisant en tous sens. Tandis que le diluvium stratifié s'étend d'une manière uniforme sur le fond des vallées, et n'est coupé que par le lit des ruisseaux et des fleuves formant par l'érosion des falaises perpendiculaires, le diluvium non stratifié présente ordinairement des monticules plus ou moins considérables. Ces monticules suivent généralement les versants des vallées, et courent parallèlement avec elles; ou bien encore, prenant l'apparence d'un repli, ils forment des remparts semilunaires. Les plus remarquables de ces remparts, dont nous devons l'étude à M. A. Escher de la Linth, sont indiqués sur la carte géologique. On en rencontre deux dans les environs de Berne, l'un à Muri, à une lieue au sud de cette ville, et le second dans la ville elle-même. On en remarque également plusieurs plus accusés encore dans les cantons de Lucerne et d'Argovie; ainsi, à l'extrémité nord du lac de Sempach, on peut voir une éminence en forme d'arc, haute de 100 à 200 pieds et de la même largeur; d'un côté elle se relie aux amas de rochers de la colline de Sempach, et de l'autre à ceux de Wartensee. Plus loin, un autre rempart, coupé par la Sur au-dessous de Staffelbach, se prolonge jusqu'à Mooslerau. L'extrémité nord du lac de Baldegg est fermée par une chaîne de collines semblables à celle de Sempach; le même phénomène se reproduit au bord du lac de Wauwyl, qui est maintenant desséché. La tourbière de cette localité, célèbre par ses pilotis, est entourée d'une chaîne de mamelons; cette chaîne, composée de débris erratiques, forme un vaste arc de cercle. Dans le bassin de la Limmat, on rencontre cinq monticules semblables; le premier, qui n'est que faiblement accentué, se trouve entre Schübelbach et Tuggen; le second part de Rapperschwyl, se dirige sur Hurden, et, prenant dans cette localité la forme d'une langue de terre, sépare le lac supérieur de l'inférieur. Les petites îles d'Ufnau et de Lützelau ne sont que les restes d'un récif de nagelfluh redressé, tandis que la presqu'île d'Hurden est formée de 50 à 60 pieds

environ de sable, de gravier, de blocs de sernifit et de calcaire, gisant dans le lac sur une longueur de 3 kilomètres. Ces blocs, d'un diamètre qui varie de 4 à 12 pieds, s'étendent en forme de cintre jusqu'à l'autre rive (Rapperschwyl).

Le troisième rempart, d'une étendue beaucoup plus considérable, borne l'extrémité nord du lac de Zurich. Il commence à la Flühgasse, suit le pied du Burghölzli à travers les vignes au-dessus de Riesbach jusqu'au Kreuzbühl et à la promenade haute. Le monticule de la Winkelwiese, de la Zäune supérieure, ainsi que celui qui est situé entre la Marktgasse et le Rindermarkt, le Lindenhof, la colline du jardin botanique et la Brandschenke située au-dessus de Sellnau, sont les restes d'un grand repli en forme de croissant qui originairement présentait une ligne non interrompue, et qui maintenant constitue le sous-sol de la ville de Zurich. C'est le même qui, sur la rive gauche du lac, continue jusqu'à l'église de Wollishofen, après avoir traversé le Freudenberg et le Bürgli. La chaîne de collines qui court du Kirchberg jusqu'à Horgeregg, et plus loin encore jusqu'à Hirzel et Schönenberg, se compose, dans sa partie supérieure, de masses semblables de gravier non stratifié, dont le sous-sol est formé par la mollasse.

Dans la ville de Zurich, on retrouve cette formation en creusant des caves, des puits ou des fondations ; on la reconnut fort bien au Chorherrnplatz près de la cathédrale où, il y a quelques années, on abaissa le niveau de la rue ; la fig. 360 représente, d'après un daguerréotype, cette partie du sous-sol de la ville. Les gros blocs anguleux appartiennent au calcaire des hautes Alpes, au sernifit et à la mollasse ; un de ces blocs de calcaire avait environ 10 pieds de long et autant de haut. Les fragments de petite dimension arrondis et polis proviennent des mêmes roches et entourent les précédents de leur mélange varié. A Saint-Anna, au Felsenhof, et à la butte du jardin botanique, le sol est rempli de grands et nombreux blocs ; au Sellnau, la construction d'une route et des fouilles faites pour des fondations de maisons mirent à

jour l'intérieur de la colline, qui consiste exclusivement en débris erratiques *.

Les fouilles exécutées dans l'été de 1864, à la Brandschenke, ont mis à nu une quantité de pierres alpines, parmi lesquelles d'énormes blocs de sernifit et de calcaire des Hautes-Alpes se trouvent mêlés à des morceaux de grès et de nagelfluh.

La quatrième moraine du bassin de la Limmat peut être observée depuis le cloître de Fahr, au-dessus de Schönenwerd jusqu'à Altstetten, et la cinquième se voit à Spreitenbach, Kilwagen et Oetweil.

On rencontre de semblables collines en forme de parapet dans la vallée de la Glatt aux environs de Schwerzenbach, Gfen et Dübendorf; elles s'élèvent jusqu'à 50 pieds au-dessus du sol de la vallée.

Les collines dont nous venons de parler sont en général couvertes de végétation, et ce n'est qu'accidentellement que leur structure intérieure est visible. Cependant les blocs, en beaucoup de localités, sont dégagés et se rencontrent à la surface du sol, isolés ou entassés les uns sur les autres; on les nomme alors *Blocs erratiques*. Plusieurs sont d'une grosseur extraordinaire et ont reçu des noms populaires; tels sont : le Pflugstein, qui se voit entre Erlenbach et Wetzweil; il se trouve à 140 mètres au-dessus du niveau du lac et mesure 60 pieds de hauteur. D'après le professeur Escher de la Linth, malgré l'exploitation dont il a été l'objet, il cube encore environ 72,000 pieds, avec un poids de 90,000 quintaux. Un autre bloc gigantesque se voyait près de Höngg ; il a fourni les matériaux pour la construction d'une maison qui a reçu le nom de « *zum rothen Ackerstein.* »

A Steinhof, près de Seeberg, dans le canton de Berne, il y a trois énormes blocs de granit, dont le plus grand a environ 61,000 pieds cubes. Dans le canton de Neuchâtel, on voit un bloc de granit à grain fin qui mesure 50 pieds de long, sur 20 de large et 40 de haut; on le nomme

* Au printemps de 1870, en y creusant les fondations d'une mai on on trouva un énorme bloc qui fut transporté et placé dans l'annexe du Palais de Justice comme un témoin des anciennes moraines.



Pierre à Bot ; il s'en trouve un autre de 12,500 pieds cubes au-dessus du village de Mont-la-Ville, au pied du Jura, nommé Pierre de Milliet. Le bloc *du Trésor*, près d'Orsière, cube 100,000 pieds, et le *Bloc monstre*, sur la hauteur de Montet, près de Devent, 161,000 pieds.

Nous ne mentionnons que quelques exemples de ces blocs gigantesques qui sont répandus sur une grande partie de la Suisse *. C'est un fait digne d'attention, que dans quelques localités de nombreux blocs de même nature se trouvent entassés. Ainsi, au sud de Fällanden, on voit une quantité de débris de rochers de sernifit (rothen ackerstein) entassés les uns sur les autres, de telle sorte qu'on se croirait au milieu des ruines d'une montagne écroulée. Un amoncellement de ce genre, mais encore plus remarquable, se voit à Monthey, dans le Bas-Valais ; il se compose exclusivement de blocs de granit. Si de là on monte environ un quart d'heure, on rencontre sur le flanc de la montagne des blocs de rochers sans nombre dont les arêtes et les angles sont parfaitement conservés. Il y en a dans ce lieu de 8 à 10,000 pieds cubes, d'autres de 20 à 50,000 ; on évalue même à 60,500 pieds cubes un rocher isolé qu'on appelle la Pierre des Marmettes. Une autre, la Pierre des Mourguets, est composée de deux blocs énormes ; le supérieur, étant venu se placer sur l'inférieur, forma une large ouverture en se fendant lui-même dans toute sa longueur.

La carte géologique qui se trouve à la fin du volume donne une idée de la répartition des blocs erratiques en Suisse ; la partie laissée blanche entre le Jura et les Alpes représente le pays mollassique ; l'area des blocs erratiques est indiquée par les fines hachures et les lignes de points. Remarquons, d'après cela, qu'ils sont distribués dans notre Suisse d'une manière inégale, et qu'il y a dans le plat pays de vastes étendues où ils manquent. On est étonné de voir qu'en général, dans beaucoup d'endroits, les parties basses en sont privées ou n'en ont que fort peu, tandis

* J. de Charpentier en a figuré plusieurs dans son « Essai sur les Glaciers, » et Bachmann en a reproduit quelques-uns des plus gros du cantou de Berne. Voy. « Die erratischen Findlinge im Cant. Bern, 1870. »

que sur les pentes des collines et des montagnes on en rencontre jusqu'à des hauteurs considérables. Dans les vallées latérales du Bas-Valais et du lac Léman, ils remontent jusqu'à plusieurs milliers de pieds au-dessus du sol de la vallée. Dans le Jura, la limite des blocs forme un arc remarquable, dont la plus grande hauteur est dans la direction du lac Léman, à peu près vers le milieu. Cette ligne passe sur le Chasseron, à 3100 pieds au-dessus du fond de la vallée (1400 mètres au-dessus de la mer), à Chaumont à 2400 pieds au-dessus de Neuchâtel, au Chasseral à 2000 et 2200 pieds, près d'Orvin à 700 pieds, et s'abaisse près de Soleure jusque dans la vallée ; la partie occidentale de l'arc atteint à Gex le fond de la vallée. — De semblables phénomènes se voient aussi dans la Suisse orientale.

On rencontre dans le canton de Zurich de grands amas de blocs, les uns de sernifit et de granit, les autres provenant des Hautes-Alpes calcaires ; on en voit à Gyrenbad (2,400 pieds au-dessus de la mer) et presque jusqu'au sommet du Bachtel ; enfin, on en trouve sur tout le sommet de la chaîne de l'Albis jusqu'à Uetliberg, ainsi que sur le côté droit du lac de Zurich jusqu'au Zürichberg. Au Lägern, les blocs arrivent à une grande hauteur, distante seulement de quelques centaines de pieds de la crête de la montagne. Les collines qui entourent le lac de Constance sont par places garnies jusqu'à leur sommet de blocs erratiques ; on en rencontre même sur les hauteurs de Hohentwiel, dans le Höhgau. Chacun peut s'assurer que tous ces blocs (comme du reste tous les matériaux de nature erratique) sont complétement étrangers aux localités où ils se trouvent; puisque dans tout le pays mollassique il n'existe nulle part de roche du même genre. En revanche, nous avons dans nos Alpes des montagnes entières, et même des chaînes de montagnes qui sont formées d'éléments analogues ; on peut même, dans beaucoup de cas, reconnaître le chemin suivi par les blocs jusqu'au pays plat, par la série des débris de montagne répandus le long de leur route. Ainsi l'on trouve près de Katzenrütihof (au Katzensee) un bloc composé d'une variété spéciale de granit telle qu'il ne s'en rencontre nulle part dans tout le domaine alpin,

si ce n'est à Ponteljestobel au-dessus de Trons. Des blocs du même granit se retrouvent dans la chaîne qui court sur le côté droit du lac de Zurich, et plus loin à l'est, par exemple dans le Gaster, dans la vallée de Wallenstadt et en d'innombrables localités depuis Sargans à Ragatz, comme aussi sur la rive gauche du Rhin jusqu'à Trons. Nous pouvons les suivre encore depuis Sargans le long de la vallée inférieure du Rhin jusqu'à Rorschach. Tous ces blocs se trouvent sur la rive gauche du Rhin, et il est remarquable qu'on n'en rencontre pas un seul sur la rive droite. Les blocs sans nombre de sernifit répandus dans le canton de Zurich proviennent sans doute des montagnes de sernifit des environs de la vallée de la Linth et du lac de Wallenstadt. On peut en constater l'area sur la carte géologique. Comme le sernifit possède de nombreuses variétés, on peut désigner avec certitude les sommités d'où sont venus certains blocs erratiques ; ainsi l'énorme bloc le « *Pflugstein,* » au-dessus d'Erlenbach, appartient par son grain fin et sa structure porphyrique au sernifit du Gantstock, au centre du canton de Glaris. Cette montagne est entourée, encore aujourd'hui de débris sans nombre et considérables auxquels elle doit son nom.

Dans le bassin de la Reuss, on trouve des blocs nombreux de gneiss et de gneiss granitique du Saint-Gothard. On peut les remarquer déjà sur le versant ouest de la chaîne de l'Albis-Uetliberg, même au Schnabelpass, l'un des cols de la chaîne de l'Albis, on rencontre quelques granits qui ont passé sur le versant est, et il en est un plus grand nombre encore qui, ayant traversé le col de la Mutschelle, entre l'Uetliberg et l'Hasenberg, ont été amenés dans la vallée de la Limmat. D'autre part quelques blocs de sernifit du bassin de la Limmat ont été transportés dans celui de la Reuss.

Dans le bassin de l'Aar les masses erratiques provenant de l'Oberland bernois s'étendent seulement jusqu'aux environs de Berne ; et, ce qui est frappant, les masses diluviennes situées plus au nord proviennent du bassin du Rhône. — La Suisse occidentale tout entière est jonchée de ces derniers, comme l'a démontré le professeur Guyot. Il a examiné avec

soin les espèces de roches et l'area des blocs de tout ce territoire, ainsi que leur lieu d'origine, qui est, selon lui, le Valais *. Il a prouvé que les montagnes qui ont fourni la majeure partie des matériaux erratiques du bassin du Rhône sont celles qui, avec leurs puissants glaciers et leurs immenses champs de névé, s'étendent entre le Saint-Bernard et le Simplon en séparant la Suisse de l'Italie. Ces Alpes pennines, et en particulier les montagnes qui s'étendent au-dessous d'Ering et de la vallée de Bagne, sont la patrie des blocs de granit talqueux (arkésine **) qui sont répandus sur une grande partie du bassin du Rhône, et qui se sont avancés jusqu'au Seeberg, comme nous l'avons vu. La serpentine et une espèce de gabbro (euphotide) proviennent du Mont-Rose. Le granit blanc s'est détaché du Valais supérieur et du versant sud des Alpes de l'Oberland bernois. — Les puissants blocs de granit alpin à grain fin que l'on remarque au-dessus de Monthey proviennent du val Ferret ; on en retrouve aussi au pied du Jura. Un granit semblable provient du Mont-Blanc et s'est répandu par la vallée du Trient jusque dans le Valais inférieur. Les grès gris à taches noires de Valorcine peuvent être descendus de cette vallée ainsi que du versant de la dent de Morcles. Ils occupent principalement le côté droit du bassin du Rhône, et abondent aux environs de Vevey. Ils forment une large zone qui, depuis le débouché de la vallée du Rhône s'infléchit le long des Alpes fribourgeoises jusque dans les environs de Fribourg et du Guggisberg ; on en trouve aussi dans les environs de Lausanne et sur les plateaux près d'Yverdon.

Il est naturel de se demander comment ces masses de pierres colossales sont arrivées dans ces différents lieux, et quelle est la force capable de transporter ainsi des blocs énormes à 50 et 60 lieues de distance. La solution de ce problème a depuis longtemps beaucoup occupé nos géo-

* On peut consulter son important traité : Sur la distribution des espèces de roches dans le bassin erratique du Rhône. Bulletin de la Soc. des sc. nat. de Neuchâtel, 1847. La question du lieu d'origine des blocs erratiques a été traitée avec soin par F. Mühlberg dans son ouvrage sur les formations erratiques d'Argovie.

** C'est une espèce de granit jaune-verdâtre qui se compose d'un assemblage de quartz, de feldspath, de stéatite, d'amphibole et de chlorite.

logues. Comme nos torrents de montagne entraînent de grandes quantités de pierres, et qu'au milieu des orages ils acquièrent souvent un volume capable de transporter des blocs considérables, on a d'abord pensé que l'eau était l'agent de ce phénomène. Hor.-Bén. de Saussure, Léop. de Buch et Conr. Escher de la Linth pensaient que des masses prodigieuses d'eau chargées de ces matériaux étaient sorties de leur domaine alpin et avaient couvert la plaine de ces débris. Pour ce qui concerne les cailloux roulés stratifiés, ils furent sans aucun donte amenés par les ruisseaux; mais il aurait été impossible à ces ruisseaux grossis, et même aux fleuves les plus puissants, de transporter des blocs gigantesques sur les hauteurs, ni à de telles distances dans la plaine et encore moins sur les cimes de nos chaînes de montagnes. Comment ces fleuves auraient-ils pu transporter après de longs trajets des blocs, tels que ceux du Valais par exemple, jusque sur le Jura, et cela par-dessus les lacs.

Nos lacs existaient déjà à cette époque, comme le prouve la position des terrains mollassiques, qui était alors ce qu'elle est aujourd'hui et de laquelle dépendait la formation des lacs. Ce qui prouve que déjà alors nos réservoirs lacustres existaient, c'est que les dépôts de l'époque diluvienne recouvraient en couches horizontales la mollasse dans les endroits où celle-ci est redressée; c'est, en second lieu, que ces dépôts suivent même les coupures insignifiantes des vallées, comme on le voit par exemple au Schnabelberg et à la Mutschelle, où les blocs de granit ont passé dans le bassin de la Limmat. Les matériaux amenés par les rivières s'y seraient naturellement entassés et n'auraient pas pu être transportés du Valais au Jura, du canton d'Uri à Lucerne et en Argovie, de Glaris et des Grisons à Zurich. Cette hypothèse doit donc être écartée.

On a essayé de résondre la question au moyen des glaces flottantes qui se produisent dans les pays polaires. Toutes les années d'énormes masses de glace se détachent et flottent; elles sont souvent chargées de blocs de rochers qu'elles transportent dans les contrées méridionales. Supposons que l'espace compris entre le Jura et les Alpes était occupé par un lac; il serait dès lors très-facile d'admettre que de grands glaçons chargés de

rochers alpins les aient transportés au loin. De même que les glaces flottantes charrient des roches du Nord jusqu'à Terre-Neuve, ainsi les blocs de granit du Valais auraient pu être transportés jusqu'au Jura et déposés sur les bords du lac. Mais il est clair alors que tous les blocs auraient dû s'arrêter à la même hauteur, puisque le lac devait nécessairement avoir un niveau uniforme. Tel n'est pas le cas; au contraire, nous avons vu plus haut que les blocs du Valais suivent une ligne courbe qui s'élève depuis Gex au Chasseron, où se trouve le sommet de l'arc, et qui redescend vers le lac de Bienne. Ce fait seul suffirait à ruiner l'hypothèse de la dispersion des blocs erratiques par les glaces flottantes ; mais on voit souvent que dans une vallée les blocs de même nature ne se trouvent que sur l'un des flancs de la vallée; tel est le cas pour les granits de Ponteljes, qui ne se rencontrent que sur le côté gauche de la vallée du Rhin, et pour les roches provenant du Prättigau, qui ne se voient que sur le côté droit. Si ces débris avaient été transportés par les glaces flottantes, ils se trouveraient sans aucun doute sur les deux côtés de la vallée, d'autant plus que celle du Rhin forme à Coire un coude qui est encore plus prononcé à Sargans; c'est pourquoi les blocs se seraient nécessairement mêlés en cet endroit. Il ne faut pas oublier non plus que les amas qu'on en trouve le long du lac de Zurich ont une hauteur de plusieurs centaines de pieds, qu'ils ne s'appuient à aucune colline et forment des digues libres. Comment des bancs d'une hauteur et d'une étendue pareilles auraient-ils pu être formés par des glaces flottantes? Comment d'ailleurs auraient-ils pu résister à la pression des eaux du lac élevées par le barrage à plusieurs centaines de pieds? Du reste, il n'existe aucune trace de la présence d'une mer dans tous les dépôts diluviens de la Suisse, non plus que dans les régions voisines de l'Allemagne. Ce ne peut donc pas être une grande mer qui a recouvert le pays, et encore moins une grande étendue d'eau douce; car où sont les montagnes qu'il aurait fallu pour former le bassin capable de contenir cette masse d'eau?

En effet, on rencontre des blocs erratiques dans la forteresse du Hohentwiel, sur les pentes septentrionales des montagnes de la Forêt-Noire

et sur les hauteurs de Salève, tandis que les pays voisins sont bas et ouverts et que les plaines s'y étendent à perte de vue. La Suisse n'a donc pas été recouverte par un pareil lac, et l'explication de la dispersion des blocs erratiques par les glaces flottantes n'est pas soutenable *.

Le problème resta donc sans solution jusqu'à ce qu'un examen minutieux des glaciers de notre pays et des masses de roches qui y sont déposées, poussées en avant par eux et enfin rejetées sur leurs bords, offrit d'une manière inattendue une solution satisfaisante de la question du transport des débris alpins. Afin de nous en rendre compte, jetons un coup d'œil sur nos glaciers.

Si nous nous transportons sur une de nos gigantesques montagnes, même au milieu de l'été, nous nous trouverons entourés de masses énormes de neige qui remplissent toutes les crevasses et tous les bassins. Sur les flancs de la montagne et par les gorges descendent ces immenses champs de névé qui se perdent dans les profondeurs et se transforment en glacier. On entend par *névé* la neige grenue et fortement gelée, tandis que le mot *glacier* s'applique à la neige changée en glace par la fonte et le regel. Plus les montagnes sont élevées et plus les champs de névé sont étendus, plus aussi, en général, les glaciers descendent dans les vallées. La plupart de nos glaciers s'arrêtent à une hauteur de 1100 à 2300 mètres. Le glacier inférieur de Grindelwald descend jusqu'à 1039 mètres au-dessus de la mer. La partie inférieure du glacier se trouve donc, dans beaucoup de cas, au niveau de la région des champs de blé et des arbres fruitiers; elle diminue donc par la fonte du printemps à l'automne. Les glaciers devraient en conséquence reculer proportionnellement à cette perte s'il n'y avait une compensation continuelle dans leur masse même. Les quantités énormes de neige qui tombent sur nos sommets inhospitaliers sont emportées dans les régions plus basses et transformées en eau.

* Cette hypothèse a été reprise dernièrement par le prof. Sartorius de Waltershausen (Untersuchungen über die Klimate der Gegenwart und der Vorwelt, p. 377); on doit regretter qu'il n'ait pas tenu compte précisément des faits qui ont rendu cette théorie inadmissible. (Voy. ma Flore fossile des régions polaires, p. 71.)

Elles trouvent un dégagement par les ruisseaux qui entourent le glacier et coulent dans la plaine. De nombreuses observations nous démontrent que la progression des glaciers a lieu pendant toute l'année, quoiqu'au printemps et au commencement de l'été elle soit beaucoup plus importante que pendant l'hiver; mais le mouvement absolu propre à chaque glacier provient de la masse des glaces et de l'inclinaison du sous-sol; ces deux agents ont une grande influence sur ce phénomène. La mer de glace au Mont-Blanc s'est avancée progressivement, pendant les années 1788 à 1832, de 114 mètres suivant Forbes ; Agassiz estime que le glacier inférieur de l'Aar a progressé en moyenne de 52 à 71 mètres pendant les années 1841 à 1846. De 1827 à 1840, la partie supérieure du même glacier donne une progression de 1428 mètres, soit environ 100 mètres par an. Quelque raide et compacte que paraisse la masse d'un glacier, elle a cependant un mouvement continu, quoique très-lent, et on peut le comparer au cours d'un fleuve obéissant à la loi de la pesanteur et se dirigeant doucement vers le plat pays. De la même manière les masses de neige qui, pendant la plus grande partie de l'année, tombent sur ces déserts, arrivent dans des régions plus chaudes où elles se fondent. Tous les corps étrangers tombés sur la croupe des glaciers s'avancent avec eux. Nos montagnes sont exposées à une destruction lente, mais continue, par les influences atmosphériques. Même dans les roches les plus dures, quelques molécules sont dissoutes par l'air et par l'eau; il se forme alors des fentes et des pores où l'eau pénètre, se gêle, et, par la différence de volume, fait sauter la roche. Les violentes tempêtes et les trombes d'orage mettent ces fragments peu cohérents en mouvement; ces débris, en entraînant d'autres, se précipitent dans les profondeurs. Dans la région des champs de névé, la décomposition est moins rapide, parce qu'un manteau de neige recouvre tout le pays, mais elle est d'autant plus active dans les Alpes moyennes et inférieures, où l'eau est si souvent changée en glace et où elle fond avec rapidité. C'est dans cette région du glacier que sont entraînés les débris des montagnes environnantes. Ils restent sur la croupe du glacier et sont poussés du côté de la vallée. Il n'est pas

rare de rencontrer de ces foyers de destruction, d'où de nombreux blocs se détachent annuellement et sont précipités sur le glacier. Comme celui-ci avance, ces débris ne s'entassent pas. La première année ils auront fait un chemin de 300 pieds peut-être, et la seconde de 600. Ils forment ainsi le long des côtés du glacier une sorte de chaussée plus ou moins élevée qu'on peut suivre depuis l'endroit où elle commence jusqu'à l'extrémité, du glacier; cette chaussée sera d'autant plus élevée que la masse des matériaux aura été plus considérable. Tous ceux qui ont visité les glaciers auront certainement observé ces lignes de blocs qui ont souvent une longueur de plusieurs heures. — Dans le Valais, on les nomme *Moraines;* dans l'Oberland bernois « Gandecken » et « Guffer ; » dans le canton de Glaris, Firnstöss. De toutes ces dénominations populaires, la première, acceptée par de Charpentier, est généralement admise.

Ces moraines commencent à se former le long des bords du glacier et sont alors appelées *Moraines latérales*. Elles reposent sur le glacier même et sont poussées avec lui. Cependant, si le glacier se fond sur ses bords, et qu'il se rétrécisse, les masses de débris sont déposées sur les pentes de la vallée et forment des lignes de déblais qui, suivant que le glacier diminue ou augmente, s'éloignent plus ou moins de lui. Si la vallée dans laquelle se trouve le glacier est large et plate, les moraines latérales restent séparées; mais si la vallée se resserre, ces moraines se rapprochent, parce que dans les champs du glacier qui sont dépourvus de blocs, la fonte étant plus rapide, il se forme des excavations dans lesquelles se précipitent les débris des moraines. Dans les parties inférieures, les moraines latérales s'élargissent et se répandent sur tout le glacier, et il n'est pas rare de voir des glaciers qui sont complétement couverts de pierres et de boue.

La plupart des glaciers sont cependant aussi pourvus de moraines dans leur milieu, on les nomme *Moraines médianes*; elles se composent tantôt d'une seule ligne de blocs isolés, tantôt d'une ligne épaisse de débris qui sont répandus sur tout le glacier et suivent toutes ses courbes et toutes ses sinuosités. Vues depuis de grandes hauteurs, ces

lignes régulières et de couleur sombre tranchant sur la masse de glace d'un blanc azuré présentent un aspect tout à fait particulier. Ces moraines médianes proviennent de la réunion de plusieurs glaciers. Là où deux glaciers, sortant de leurs vallons, se rencontrent, il se formera une moraine médiane par la jonction de deux moraines latérales, et, dans la règle, chaque glacier aura autant de moraines médianes qu'il aura reçu de glaciers latéraux. — Sur celui de l'Aar, une grande moraine médiane commence sur la pente où les deux glaciers du Lauterhorn et du Finsteraarhorn se réunissent ; cette moraine a une hauteur de 42 mètres et une largeur de 200 mètres à son extrémité. — Sur le côté gauche du glacier, on peut observer 7 moraines et 8 au côté droit ; chacune se compose de roches différentes. Les glaciers du Gorner, du Rosetsch et le glacier inférieur de la Bernina, ainsi que beaucoup d'autres, présentent des moraines médianes fort belles. Les pierres des moraines protégeant la glace qui est dessous contre la chaleur du soleil et l'air chaud, cette glace fond moins vite que celle qui se trouve exposée à l'air libre. C'est ainsi que se forment sur le glacier des tranchées et des talus ; mais les pierres gisant sur ces derniers glissent en partie dans les tranchées ; c'est pourquoi, sur de très-longs glaciers, les matériaux des différentes moraines se mêlent peu à peu. Tout ceci permet de comprendre comment s'entassent, à l'extrémité du glacier, d'énormes masses de pierres poussées en avant et provenant soit des moraines médianes, soit des latérales. Par la fonte de l'extrémité du glacier ces masses de matériaux tombent sur le sol, et forment les *Moraines terminales* qui, la plupart du temps, entourent les glaces fondantes d'un arc semi-lunaire à l'extrémité de la vallée. Si le glacier reste stationnaire pendant une longue série d'années, toutes les masses de pierres qu'il a reçues en chemin s'amoncelleront à cet endroit pour former une énorme moraine ; s'il diminue, il forme une seconde demi-lune plus près de lui ; si au contraire il avance, il bouleversera l'ancienne moraine et en déposera une autre plus loin. Ces deux dernières moraines indiqueront la plus grande et la plus petite extension du glacier.

La plupart des pierres ainsi charriées sur le dos du glacier restent à

sa surface, quoiqu'il y ait des crevasses; cependant, il arrive parfois qu'elles tombent au fond. C'est principalement sur les côtés du glacier que le cas se présente, car il n'est pas rare d'y voir des crevasses entre la masse des glaces et le terrain. Ces pierres ainsi entraînées au-dessous du glacier forment aussi des moraines appelées *Moraines du fond*. Elles sont de même poussées en avant, et les matériaux en sont arrondis et polis par le frottement continuel auquel ils sont exposés. Là où la glace repose immédiatement sur le roc, le lit du glacier sera poli, et là où les pierres et le sable seront pris dans la glace, ce lit sera strié. La même chose s'observe le long des parois de rochers qui emprisonnent le glacier, surtout aux places où le lit est resserré et où la masse des glaces ayant un mouvement plus accéléré à cause de l'inclinaison, produit un frottement plus considérable. Là, les rochers prennent un véritable poli; mais si le glacier renferme des grains de sable ou des fragments de roche, ces faces polies seront parcourues par des stries droites et bien accusées. Sur les pierres d'un grain fin, ces stries présentent souvent des lignes si pures qu'on les dirait gravées au diamant, et fréquemment on peut les suivre sur la longueur d'une toise. Là cependant où le fond du glacier est peu incliné et où les masses de glace peuvent s'épandre, on n'observe pas cette action sur le sous-sol. Il n'est pas rare de voir le glacier se séparer du sol; c'est alors que la fonte des glaces crée d'immenses galeries et de profondes cavernes.

Les eaux qui s'écoulent des glaciers emportent avec elles de la vase provenant du frottement des roches, et leur communiquent une couleur sombre; en outre, comme ces eaux doivent percer la moraine terminale pour s'écouler, elles entraînent avec elles beaucoup de débris. Les ruisseaux de glaciers portent donc au loin les débris de roche que les glaciers ont charriés, les arrondissent, enlèvent leurs stries et les déposent à une distance d'autant plus grande que la masse des eaux est plus considérable et que la force motrice est plus active. Les dépôts de ces ruisseaux sont donc faciles à distinguer de ceux des moraines. Ils sont disposés par couches, les rocs sont plus ou moins arrondis, souvent comme lavés; tan-

dis que les pierres des moraines sont de toutes les formes et de toutes les grosseurs, striées ou polies, anguleuses ou arrondies, mêlées sans ordre à du sable, à de la terre et à du limon.

Les faits relatifs à la formation erratique de notre pays et ceux qui se passent actuellement dans nos glaciers offrent une analogie si complète qu'on doit leur attribuer les mêmes causes. Ces faits nous expliquent non-seulement la présence des débris alpins dans tout le plat pays de la Suisse, mais aussi leur dispersion.

Les amas de pierres alignées qu'on trouve sur les pentes de nos vallées sont les moraines latérales de glaciers et celles qui barrent les vallées sont des moraines terminales. Elles sont composées de blocs, de gravier poli et strié, non stratifié et mêlé à du limon, tout à fait comme dans les moraines modernes. La fig. 360 représente la portion d'une moraine qui a été mise à jour dans une rue de Zurich près de la cathédrale. Les cailloux roulés stratifiés proviennent des torrents qui, après la retraite des glaces, comblèrent les excavations du sol. Les glaciers formaient au-dessus des vallées et des lacs d'immenses champs de glace sur lesquels des masses de glaise et de terre furent amenées ainsi que les plus gros rochers; ces débris s'étendirent ainsi petit à petit à des distances considérables sur les sommités et les arêtes mêmes de nos collines les plus élevées.

Le nord de la Suisse possédait cinq grands glaciers, et la Suisse italienne deux. Leur étendue est indiquée dans la carte géologique *. Le Valais donnait naissance au plus important de ces glaciers, parce que ce vaste pays alpin lui fournissait un fort grand nombre d'affluents. Il s'étendait sur le lac de Genève jusqu'au Jura et atteignait sa plus grande hauteur au Chasseron, dans la direction prolongée de la vallée inférieure du Rhône. La ligne des blocs erratiques (provenant de la moraine) s'infléchissait d'un côté vers Bienne et de l'autre vers Gex; ce qui

* Elle est basée sur la carte publiée en 1852 par le prof. A. Escher de la Linth. Quant au versant sud des Alpes, je me suis servi des travaux de M. G. de Mortillet.

Fig. 360.





Moraine du Chorherrnplatz à Zurich, entre la première maison de la cure et la maison d'école. Profil de la rue dessiné d'après un daguerréotype de 1849.

indique que l'épaisseur du glacier allait diminuant dans ces deux directions.

Ces lignes datent de l'époque de la plus grande extension du glacier. A cette époque, il remplissait toute la vallée principale du Valais, ainsi que les nombreuses vallées latérales, et s'élevait à plusieurs milliers de pieds au-dessus du fond de la vallée, comme le prouvent les parois de rochers polis et les amas de blocs.

La direction qu'avaient prise les moraines sur cette immense mer de glace a été décrite par le professeur Guyot; il distingue deux périodes dans la marche du glacier. Dans la première, son area maxima et ses bras s'étendaient jusque dans les hautes vallées du Jura vaudois et du neuchâtelois. — A cette époque, la moraine terminale allait jusqu'à Aar-

wangen et Zofingen. La moraine de droite s'étendait le long des montagnes de Fribourg ; elle était composée surtout de grès vert provenant des flancs de la dent de Morcles (conglomérat de Valorcine). La moraine de gauche partait du Mont-Blanc et longeait les Alpes granitiques à travers le val de Trient dans le bassin du Rhône; on peut la suivre du côté de la Savoie jusqu'à Genève. Les moraines centrales venaient : 1° du Valais supérieur, d'où elles apportèrent des granits blancs ; 2° du Mont-Rose, qui leur fournit de la serpentine et de l'euphotide ; 3° des vallées d'Ering et de Bagne, où elles recueillirent des masses énormes de granit talqueux (arkesine), et 4° du val Ferret, d'où proviennent les prodigieux blocs erratiques de Monthey. A la sortie de la vallée du Rhône, les moraines intermédiaires prirent une direction rayonnante et leurs matériaux furent portés jusque sur les pentes du Jura. La moraine terminale va d'Aarwangen à Guggisberg, et nous offre la succession de roches qui suit : près de Guggisberg, des grès gris provenant de la dent de Morcles; entre Schwartzenburg et Könitz, les granits du Haut-Valais; à l'ouest de Berne et de Berthoud, des roches du Mont-Rose ; à Seebach, les granits talqueux du val Ering, et à Aarwangen, les granits alpins du Mont-Blanc.

Dans sa seconde phase, le glacier était plus petit ; il remplissait bien encore le bassin du lac Léman, sans cependant s'étendre au nord aussi loin que le premier. Comme pour celui-ci, la moraine de gauche était composée de blocs du Mont-Blanc qui avaient passé par Martigny; et celle de droite de grès gris et de matériaux du Haut-Valais; elle s'étendait sur le Jorat et a laissé de grandes masses de pierres à Lausanne (Montbenon), à Morges, à Aubonne, etc. ; elle avait donc pris une autre direction que précédemment. Les moraines centrales, qui s'étendaient sur l'emplacement actuel du lac Léman, ont subi la même déviation ; après la fonte des glaces, ces moraines ont probablement laissé dans le fond du lac des quantités considérables de gravier et de roches. Les moraines intermédiaires, assez rapprochées des flancs des montagnes, devinrent plus tard des moraines latérales ; ainsi, à l'époque de la première extension du glacier, les blocs du val Ferret

appartenaient sans doute à une moraine interne qui allait jusqu'au Jura; mais plus tard, le glacier devenant plus petit et son niveau ayant baissé, la moraine se rapprocha des bords du glacier et fut enfin déposée à 400 pieds au-dessus du fond de la vallée près de Monthey sur une longueur de 5/4 d'heure et sur une largeur de 500 à 800 pieds. Au milieu de cette moraine, beaucoup de blocs gisent les uns sur les autres dans une position qu'on ne remarque que dans les amas de roches des moraines latérales.

Il faut observer que les moraines de la première époque renferment principalement des roches des plus hauts sommets, et les moraines de la seconde des débris de localités plus basses, d'où l'on a conclu que lors de la première les champs de névé montaient beaucoup plus haut et ne laissaient à découvert que les sommités les plus élevées. Cette hypothèse est confirmée par la direction que suivent les moraines; cet accord nous prouve que pendant la première époque, les glaciers étaient beaucoup plus considérables que pendant la seconde.

Le glacier de l'Aar était beaucoup plus petit que celui du Rhône. Il remplissait les vallées de l'Oberland bernois dont il a poli les parois de rochers jusqu'à 2000 pieds au-dessus de la vallée actuelle. Il couvrait les bassins des lacs de Thoune et de Brienz et s'étendait sur tout le pays au nord de Thoune. Ses limites septentrionales se trouvaient près de Berthoud. Là il fut arrêté par le glacier du Rhône. Un de ses bras passait probablement par-dessus le Brünig et s'étendait jusqu'au lac des Quatre-Cantons.

Le glacier de la Reuss recevait ses affluents des vallées du canton d'Uri, de l'Engelberg et de la Muottathal. Le glacier principal venait d'Uri; au Righi et à la Hochfluh, il dut se diviser en deux bras; celui de gauche envahit la vallée du lac des Quatre-Cantons, et de là couvrit peu à peu le canton de Lucerne d'une couche de glace: celui de droite se réunissait avec le glacier de la vallée de la Muotta, et s'étendait de là entre le Righi et le Rossberg, du côté du canton de Zug, jusqu'aux districts du Freiamt et d'Affoltern. Ces deux bras se réunissaient de nouveau en un même

pâté, probablement au nord du Righi. Une grande moraine centrale charria les innombrables blocs de granit du Gothard (Geissberger); ces blocs couvrent les terrasses au-dessus du lac d'Uri (Seelisberg et Morschach); ils ont été dispersés dans les cantons de Lucerne et d'Argovie et dans le district d'Affoltern. Les énormes masses de calcaire qui se voient au Pilate jusqu'à une très-grande hauteur, et qui à Hergottswald forment un immense rempart traversé par des torrents de montagne, proviennent d'une moraine latérale. A l'époque de son plus grand développement, ce glacier s'étendait sur la chaîne de l'Albis et allongeait ses bras à travers les gorges du Schnabel et de la Mutschelle jusque dans le bassin de la Limmat, entraînant avec lui le granit du Gothard. — Les belles moraines terminales des cantons d'Argovie et de Lucerne, dont nous avons parlé (p. 627), datent de l'époque où le glacier s'étendait jusque dans ces localités.

Entre ces glaciers de la Reuss et de l'Aar et la moraine terminale du bassin du Rhône, il y avait un îlot qui ne fut pas recouvert de glace, même à l'époque des plus grands glaciers. Il occupait l'espace compris entre les environs de Napf jusqu'à l'Aar, autant du moins que le manque complet de traces erratiques peut permettre de le savoir.

Le glacier de la Linth recevait son affluent principal du canton de Glaris; il devait y avoir également dans la vallée du lac de Wallenstadt un glacier énorme qui se réunissait près de Weesen au glacier de la Linth, et qui, s'étendant par le Gaster et la March, arrivait dans le bassin du lac de Zurich. Il recouvrait une grande partie de ce lac d'un épais manteau de glace, et il allait, à l'époque de son plus grand développement, jusqu'au Bachtel, et de l'autre côté sur les sommets de l'Uetliberg. Sa croupe était alors sillonnée par plusieurs moraines; l'une d'elles provenait du Glärnisch, du Rauti et des montagnes qui longent la Sihl et apportait les calcaires de ces montagnes dans le canton de Zurich, où ils forment de longues chaînes de collines sur le côté gauche du lac (par exemple à Hutten, au pied du Hohe-Rhonen). Une seconde empruntait ses matériaux aux montagnes de sernifit qui dominent la vallée de Sernft; cette moraine trans-

porta des blocs sans nombre de sernifit, qu'elle déposa dans les environs de Zurich. De temps à autre elle reçut des roches du Freiberg et surtout du Gantstock. Une troisième partait des Kurfirsten et du Speer, et transportait de ces montagnes, dans les parties orientales du canton (Greifensee et Grüningen), des calcaires et des blocs de nagelfluh. Ces moraines recevaient aussi les moraines du glacier des Grisons qui descendaient par la vallée du lac de Wallenstadt, et qui transportèrent les granits de Ponteljes jusque dans les environs de Zurich. Les collines semi-lunaires que nous avons étudiées plus haut sont comme des échelons indiquant la décroissance du glacier. Les blocs du Lägern marquent son plus grand développement ; la puissante moraine qui entoure au nord le lac de Zurich nous indique qu'à cette époque il y eut un temps d'arrêt dans le retrait du glacier, et que pendant une longue période d'années les débris s'accumulèrent en cet endroit. Or, comme les grandes moraines terminales des lacs de Baldegg et de Sempach, de la Glatt et de Berne, ont à peu près le même alignement, elles durent probablement se produire en même temps, et représentent une longue période pendant laquelle les glaciers restèrent stationnaires. Les moraines de Rapperschwyl et de Tuggen marquent le retrait postérieur de cette mer de glace et sa fonte graduelle.

Le cinquième grand glacier est celui de la vallée du Rhin, qui recouvrait le vaste et haut pays de montagnes des Grisons. Ce glacier se partageait au Schollberg en deux bras; celui de gauche, dont nous avons parlé, formait le glacier du lac de Wallenstadt; celui de droite remplissait d'une épaisse couche de glace la vallée du Rhin, le lac de Constance et ses environs ; il allait jusqu'au Höhgau, et laissa sur les sommités de ces collines des pierres commémoratives de sa présence. La vallée de Ponteljes fournissait les matériaux à une grande moraine dont les granits sans nombre furent déposés sur le côté gauche de la vallée ; cette moraine s'étendait au Schollberg sur une grande partie du glacier, de telle sorte que les blocs de Ponteljes furent transportés d'une part sur le gla-

cier du lac de Wallenstadt, et d'autre part sur celui de la vallée du Rhin dans les localités situées plus bas.

Les débris provenant du Prättigau et du Montafun sont restés sur le côté droit de la vallée du Rhin et y ont formé une longue moraine latérale. Les autres vallées des Grisons ont aussi fourni un riche contingent de matériaux qui constituent une partie importante du sol des cantons de Thurgovie et de Saint-Gall. Les nombreux galets qu'on rencontre au-dessons de Constance proviennent de là.

Si à une certaine époque les glaciers eurent une area aussi étendue, ils durent occuper aussi le versant sud des Alpes et descendre jusque dans le plat pays. Nous en avons une preuve dans la présence, sur le versant sud, de tous les phénomènes qu'on rencontre de ce côté-ci des Alpes. Un grand glacier partait du canton du Tessin, descendait dans les plaines de la Lombardie et remplissait le bassin du lac Majeur. Un second, venant du Splügen et de la vallée de Bergell, se réunissait aux glaciers de la Valteline et jetait un vaste pont sur les profondeurs du lac de Côme ; il poussa ses moraines terminales jusqu'aux environs de Monza. La magnifique presqu'île de Bellagio est parsemée de pierres arrachées aux Alpes. Le lac de Garde aux bords riants, où fleurissent l'oranger et le citronnier, était couvert de glace sur laquelle sans doute cheminaient de grandes masses de débris alpins qui se sont répandus dans tout le pays jusqu'à Peschiera.

Le glacier du Mont-Rose fut celui qui s'avança le plus vers le sud. En sortant de l'étroite vallée d'Aoste, il se répandit sur la plaine d'Ivrée et joncha le pays jusqu'à Caluso de débris alpins ; ils forment maintenant les chaînes de collines qui s'élèvent jusqu'à 1500 pieds au-dessus de la plaine, et reposent sur le pliocène marin.

Lorsqu'on eut trouvé la clef de ces faits jusqu'alors énigmatiques, on eut aussi l'explication de toute une série de phénomènes du même ordre. On découvrit bientôt qu'à une certaine époque du développement terrestre, non-seulement notre pays de montagne de l'Europe centrale, mais encore de vastes continents septentrionaux s'avançant jusqu'à la mer

avaient été recouverts d'une épaisse croûte de glace. Il s'en détachait d'immenses blocs sans nombre qui formèrent des glaciers flottants. C'est par ces glaces que de prodigieuses masses de pierres apportées de la Scandinavie et du nord de la Russie furent déposées dans le nord de l'Allemagne ; elles y forment maintenant çà et là des chaînes de collines qui dominent de vastes plaines sablonneuses.

L'Écosse, de même qu'une partie de l'Angleterre, était couverte de glaciers sur l'extension desquels les géologues anglais ont fait d'importants travaux.

Nous avons parlé (p. 618) de la forêt enfouie de Cromer, sur les côtes de Norfolk, et nous avons vu qu'elle appartient probablement à la même époque que les charbons feuilletés de notre pays. Cette forêt était située sur une côte marine, car les sables fins et les masses d'argile dont elle est recouverte renferment des animaux d'eau douce et d'eau saumâtre (Cyclas, Valvata et Mytilus). Au-dessus de cette couche se trouve un gisement qui se compose de débris non stratifiés et à arêtes, ainsi que des pierres polies et striées. On y rencontre du granit, du syénite et du porphyre qui, d'après Lyell, furent amenés de la Scandinavie par des glaçons flottants et déposés là. Le tout est recouvert de sable et de cailloux roulés. Ce sont des dépôts glaciaires sous-marins qui atteignent parfois une hauteur de 400 pieds, d'où l'on peut conclure que le pays a dû s'affaisser de ce nombre de pieds au moins; après quoi survint un relèvement. Près de Mundeslay, on voit une vallée dont le fond consiste en un lit de cailloux roulés ; ensuite on trouve un dépôt tourbeux au-dessus duquel un lit de sable jaune a dû être déposé après l'époque glaciaire. On voit par là que sur les côtes du Norfolk, comme à Utznach et à Dürnten, une formation issue des glaciers apparaît au-dessus du dépôt renfermant l'Éléphant primitif et le Rhinocéros, mais qu'en Angleterre elle est liée à de grandes modifications de niveau. C'est aussi le cas en Écosse. D'après Lyell (Antiquity of man, p. 241), il faut distinguer trois phases de développement. Pendant l'existence de la forêt de Cromer, c'est-à-dire pendant la formation de nos charbons feuilletés, il se produisit lentement un

relèvement du sol jusqu'à 500 pieds au-dessus de la mer. Il y avait en Écosse de grands glaciers dont on reconnaît le passage aux roches moutonnées et striées et à la présence de moraines restées dans les vallées. Puis survint un affaissement du pays, si bien que peu à peu une grande partie en fut submergée, et qu'il ne resta de l'Écosse, de l'Angleterre et de l'Irlande que quelques îlots représentés actuellement par les montagnes.

Une grande quantité de glace vint alors du Nord, entraînant avec elle des pierres et des débris qui, tombant au fond, y enfouissaient aussi les animaux marins qui s'y étaient établis et qui portent tous un caractère septentrional. Lorsque plus tard un nouveau relèvement du sol s'opéra, il amena au jour, du fond de la mer, tous les dépôts que le glacier y avait enfouis, et qui s'élèvent par place jusqu'à 1400 pieds. Le pays dut donc se relever au moins d'autant ; mais il est probable qu'à cette époque le relèvement fut encore plus considérable. Si le sol de la Grande-Bretagne se relevait actuellement de 600 pieds, cette île se joindrait au continent et se réunirait au Danemark, à la Hollande et à la France. Il est probable que cela eut lieu à cette époque. — Pendant cette seconde période continentale, les montagnes de l'Écosse et du pays de Galles étaient couvertes de glaciers qui y ont laissé de nombreuses traces de leur présence. Après ces phases, il se produisit une dépression graduelle qui peu à peu donna au pays sa configuration actuelle. Les côtes de la Norwége subissent de nos jours un relèvement lent qui peut être évalué à 2 $^1/_2$ pieds par siècle. En prenant pour base cette indication, on trouve que la dépression de 1400 pieds correspond à 50,000 ans et tout autant pour le relèvement qui suivit.

Quoique ces chiffres soient tout à fait arbitraires, ils nous montrent cependant que l'époque glaciaire doit avoir duré fort longtemps et que la dispersion des blocs eut pour se consommer une longue suite de siècles. Il paraîtrait qu'en Scandinavie il y eut, comme en Angleterre et en Écosse, une double époque glaciaire. On trouve sur des rochers moutonnés de grandes accumulations de débris stratifiés (Osars) qui très-probablement

se sont formées sous l'eau, et sur lesquelles reposent des blocs erratiques.

Il est très-important d'observer que les formations glaciaires de l'Amérique septentrionale se présentent de la même manière que les nôtres; par conséquent, cette identité met les causes locales hors de jeu. — Depuis l'époque tertiaire, il dut y avoir dans tout l'hémisphère nord un abaissement de température analogue, car les glaciers de nos Alpes envahirent les plaines, et à la même époque les masses de glaces du Nord s'avancèrent fort loin dans le Sud. Cette marche a dû être fort lente; par conséquent l'époque glaciaire a nécessairement embrassé plusieurs milliers d'années. Si nous prenons pour base les calculs de la page 637, qui donnent 500 ans à un glacier pour avancer d'une lieue, il a fallu plus de 1000 ans pour que le bloc de la Pierre à Bot de la chaîne du Mont-Blanc arrivât par la vallée du Trient jusqu'à l'endroit qu'il occupe aujourd'hui; et les blocs de granit du Seeberg ont demandé plusieurs milliers d'années pour se rendre du fond de la vallée d'Ering à leur place actuelle. Le Pflugstein d'Erlenbach sera arrivé durant le premier siècle dans les environs de Glaris; pendant le second, près d'Urnen; dans le troisième, près d'Utznach; dans le quatrième, à Rapperschwyl, et seulement dans le sixième à l'emplacement actuel.

Ces chiffres n'ont sans doute aucune valeur rigoureuse, et il est probable que le mouvement s'opéra plus rapidement, car la rapidité de la progression est en rapport avec l'étendue du glacier; toujours est-il qu'ils peuvent nous donner une notion approximative de la durée du développement des glaciers et du temps nécessaire au transport des masses de pierres. L'envahissement par la glace des pays élevés ne se fit que très-lentement; nous en avons la preuve dans le diluvium stratifié. Il se compose en grande partie de roches alpines, et a dû se former pendant l'époque glaciaire. Les bancs épais de cailloux roulés qui recouvrent les charbons feuilletés d'Utznach furent amenés certainement à une époque où le glacier occupait la vallée entre Utznach et le Buchberg et apportait par sa moraine une quantité de matériaux que les ruisseaux

des glaciers entraînèrent et répandirent sur les charbons feuilletés. Les eaux descendant du côté droit de la montagne, là même où s'arrêtait le glacier qui fermait la vallée, ces eaux, il ne faut pas le perdre de vue, devaient former en outre quelques petits étangs, tandis qu'à d'autres places elles s'écoulèrent le long des glaciers et prirent une part active à la dispersion des masses erratiques. Mais lorsque plus tard le glacier devenant plus considérable, recouvrit ce diluvium stratifié, et que, plus tard encore, il se retira, il laissa à cet endroit les blocs dont nous avons parlé. C'est aux mêmes causes qu'il faut attribuer la dispersion des cailloux roulés et stratifiés de Sihlfeld près de Zurich, ceux des vallées basses du bassin du lac de Constance et du sud des lacs de Lugano et de Côme. Ces matériaux transportés par-dessus les lacs sur les ponts de glace furent entraînés par les ruisseaux qui s'échappaient des glaciers. La formation de nagelfluh du Schienerberg, de l'Uetliberg et de l'Au, dont nous avons parlé (p. 333), date probablement de cette époque ; et comme on en voit jusque sur l'Uetliberg, il faut que le glacier se soit étendu sur la crête de l'Albis.

Les charbons feuilletés de Dürnten et d'Utznach reposant au-dessous du dilivium stratifié, lui sont par conséquent antérieurs. On doit croire, d'après les plantes qu'ils renferment, que le climat était semblable au nôtre. En tous cas, il n'était pas plus chaud, comme le prouve la présence du Pin de montagne ; en effet, cet arbre, dans un petit nombre de localités (au Manek, par exemple), descend jusqu'à la zone où règne la température de la région des collines. Ce climat a pu cependant être un peu plus froid, car les espèces de plantes fossiles découvertes jusqu'ici prospèrent aussi dans la région montagneuse à une température de 6° à 7° C. et jusque sous les latitudes septentrionales de température analogue. La plupart de ces végétaux s'avancent jusqu'à la limite des arbres ; mais la présence des Chênes, des Ifs et de gros troncs de Pins avec de larges couches annuelles, nous indique que ces arbres n'ont pas vécu sous un climat alpestre ou arctique. Les faits que nous avons recueillis nous autorisent à admettre une température de 6° à 9° C. Cette température a dû se main-

tenir pendant quelques milliers d'années pour permettre l'établissement de l'épais gisement de tourbe dont se composent les charbons feuilletés. Puis, le climat se refroidissant peu à peu, les glaciers s'avancèrent des Alpes et transformèrent l'aspect du pays. Après cette phase, il se produisit une élévation de température; les glaciers fondirent lentement, puis se renfermèrent dans leurs limites actuelles, à la suite de beaucoup d'oscillations. La transition du climat chaud de l'époque miocène d'abord en climat tempéré de l'époque des charbons feuilletés, puis en climat froid de l'époque glaciaire, se fit probablement d'une manière insensible et au milieu de beaucoup d'alternatives. Il est évident qu'il n'y eut pas de transition régulière, puisque la formation des charbons feuilletés fut séparée des précédentes par une période froide. Nous avons vu plus haut que la manière dont se présente la dispersion des blocs dans le bassin du Rhône implique deux périodes glaciaires. On a cru que la seconde période était représentée par l'état du glacier lorsqu'en fondant il se retira jusqu'au bassin du lac Léman. Mais le professeur Morlot * a démontré qu'à une certaine époque le glacier devait non-seulement s'être retiré du bassin du lac de Genève, mais qu'il était remonté dans la vallée supérieure du Valais (de 3 et 4000 pieds), que de là il était descendu de nouveau, mais que pendant cette dernière phase, il s'étendit seulement sur le bassin du lac.

Nous admettons en conséquence deux périodes glaciaires séparées par une époque durant laquelle les glaciers avaient disparu des plaines de la Suisse. Pendant la seconde période glaciaire, les ruisseaux qui descendaient des collines le long du lac Léman mêlèrent les matériaux qu'ils emportaient à ceux des moraines latérales; c'est ainsi que se sont produits les dépôts qui forment sur les bords du lac une ligne de terrasses.

* Note sur la subdivision du terrain quaternaire en Suisse, par A. Morlot. Biblioth. univers. 1855. D'après Scipion Gras, on doit distinguer aussi deux gisements glaciaires dans le bassin inférieur du Rhône. « Sur la période quaternaire dans la vallée du Rhône et sa division en cinq époques distinctes. » Bullet. de la Soc. géolog. de France, XIX, Nov., Déc.

Ces terrasses offrent ici et là quelques stratifications, mais elles renferment de nombreux blocs erratiques striés et anguleux rappelant ainsi les dépôts que nos glaciers actuels produisent quelquefois dans les lieux où des ruisseaux latéraux forment tantôt des flaques d'eau, tantôt de petits lacs qui peu à peu sont comblés par les moraines.

Le professeur Morlot trouva dans le ravin de la Dranse, près de Thonon, une excellente preuve à l'appui de l'hypothèse de deux périodes glaciaires. On y rencontre, en effet, une couche de 12 pieds de débris de calcaire alpin strié, au-dessus de laquelle gisent 150 pieds de cailloux roulés et stratifiés (diluvium) recouverts eux-mêmes de blocs erratiques striés. Entre le premier gisement et le troisième, qui sont évidemment le produit des moraines, se trouvent des masses stratifiées qui prouvent par leur épaisseur que le glacier disparut pendant longtemps de ces localités. Dans la Suisse orientale, on ne connaissait que la formation erratique supérieure reposant sur les cailloux roulés et stratifiés. — Le professeur A Escher de la Linth reconnut à Utznach, dans une coupure maintenant comblée de la route de Gauen, le dépôt immédiat des charbons feuilletés sur la mollasse ; en sorte qu'à cet endroit du moins il n'y avait pas trace de dépôt erratique entre ces deux formations (voy. fig. 329). A Dürnten également, dans l'argile qui se trouve immédiatement sous les couches de charbon, on n'a jusqu'ici trouvé que des pierres de nagelfluh provenant des collines environnantes. — Il semblerait donc que la théorie de deux époqnes glaciaires n'est pas applicable à la Suisse orientale. Cependant à Wetzikon, au-dessous des charbons feuilletés, on a trouvé des pierres alpines qui offrent tous les caractères du transport par les glaciers (voy. p. 597). Il est vrai que ce gisement de charbon est de peu d'étendue, mais il est disposé horizontalement, et laisse voir, comme à Dürnten, la succession de l'argile et du charbon. On ne peut par conséquent admettre que ces débris erratiques aient pénétré sous la couche de charbon par une dislocation du sol. A Mörschweil, on trouve, d'après les recherches du professeur Deicke (voy. p. 600), des pierres erratiques au-dessous et au-dessus du gisement de

de charbon feuilleté. Dans une coupure pratiquée dans le voisinage de Saint-Gall, pour la construction d'une nouvelle route, le même observateur a reconnu du diluvium stratifié au-dessus et au-dessous duquel gisent des blocs erratiques. Dans le district du lac de Constance (grand-duché de Bade), la formation erratique se rencontre au-dessous de masses stratifiées; en partie aussi immédiatement sur la mollasse.

Appuyés sur ces faits, nous établissons qu'à deux reprises différentes les glaciers ont envahi notre pays, et que la formation des charbons feuilletés doit être intercalée entre ces deux périodes; cette formation couvrit de nouveau le bas pays de végétation, mais elle ne représente qu'un épisode de cette longue période glaciaire qui dura certainement plusieurs milliers d'années.

Cette hypothèse permet de comprendre la prodigieuse épaisseur et la dispersion du diluvium stratifié. Amené sur le dos des glaciers et réparti soit par les eaux qui s'en échappaient, soit par les rivières et les ruisseaux qui parcouraient le pays pendant l'intervalle des deux périodes, le diluvium se déposa dans les endroits bas. Le diluvium stratifié a dû par conséquent être déposé aux moments suivants : 1° après l'époque des charbons feuilletés qu'on peut appeler *interglaciaire;* 2° pendant la grande extension des glaciers, *diluvium glaciaire*, et 3° après la seconde époque glaciaire, *diluvium post-glaciaire.*

Nous pouvons donc établir pour la période quaternaire ou diluvienne l'ordre chronologique présenté dans le tableau ci-contre.

Nous n'avons examiné jusqu'ici que les pierres de l'époque diluvienne; mais nous avons à demander aussi à la nature organique la confirmation de ce que nous avons avancé.

Si pendant une période déterminée du développement de notre planète notre pays fut réellement le théâtre de phénomènes semblables à ceux dont nous sommes actuellement témoins dans l'extrême Nord et dans nos Alpes, nous devons en retrouver des traces dans la flore et la faune de cette période éloignée.

ÉPOQUE QUATERNAIRE OU DILUVIENNE.	
SUISSE	PAYS ÉTRANGERS
5. DÉPOT POST-GLACIAIRE DE CAILLOUX ROULÉS. Bancs de gravier du canton de Bâle avec Mammouth?	Tuf de Cannstatt. Bancs de gravier de la Somme avec Mammouth et instruments de pierre. Bancs de cailloux roulés de Mundesley. Cavernes à ossements. Iloxne. Première apparition de l'homme. Angleterre réunie encore au continent. Retrait des glaciers. Amérique : Époque du Mastodon ohioticum et du Mammouth.
4. SECONDE ÉPOQUE GLACIAIRE. Blocs erratiques. Moraines. Monceaux de débris d'Aubonne et de Morges avec le Mammouth. Flore alpine dans la plaine.	Formation du löss du bassin du Rhin avec Mammouth. Deuxième période continentale de l'Angleterre. Glaciers sur les montagnes d'Écosse. La Scandinavie se soulève. Dispersion des blocs erratiques.
3. DÉPOT INTERGLACIAIRE DE CAILLOUX ROULÉS. Diluvium stratifié à Utznach et à Dürnten; Strätlingen sur le lac de Thoune. Première apparition de l'Elephas primigenius?	Grande-Bretagne en majeure partie sous la mer. Dispersion des blocs du Nord. Scandinavie en grande partie immergée. Formation des Osars. Le nord de l'Amérique est en partie submergé. Formation laurentienne de Desor.
2. FORMATION DES CHARBONS FEUILLETÉS. Charbons feuilletés d'Utznach, Dürnten. Wetzikon, Mörschweil. Annecy. Elephas antiquus et Rhinoceros etruscus Fal. La flore de la plaine domine.	Tuf calcaire près de Marseille avec l'Elephas antiquus. Forêt enfouie de Norfolk. Couches de Mytilus au Spitzberg?
1. PREMIÈRE FORMATION GLACIAIRE. Pierres à arêtes et blocs erratiques audessous des couches de charbon de Wetzikon. Gisement inférieur de Thonon. Flore arctico-alpine dans les plaines.	Première période continentale anglaise. L'Ecosse couverte de glaciers. Époque des roches polies de la Scandinavie. La Scandinavie terre ferme et couverte de glaciers. Amérique : Politure des roches.
Pliocène.	Crag de Norwich en Angleterre.

Pendant l'époque du plus grand développement des glaciers, et lorsque quelques milliers de pieds de glace recouvraient nos vallées, la vie organique était réduite à peu de chose. Il y avait cependant encore quelques îlots dans cette mer de glace : ainsi la contrée située entre le Napf et l'Aar, et quelques-unes des plus hautes régions s'élevaient au-dessus de la couche de glace ; c'est ce que prouvent les nombreux blocs erratiques qui faisaient partie des moraines. De nos jours encore, on rencontre des plantes et des Insectes sur les plus hautes cimes des Alpes, sur les îlots comme sur les moraines des champs de névé les plus reculés et mesurant jusqu'à 11,000 pieds d'altitude*. Il en était de même à l'époque glaciaire; toute vie n'y était pas éteinte. Il ne faut pas oublier que l'on connaît du Spitzberg 111 espèces de plantes phanérogames et du Grœnland plus de 320, quoique de gigantesques glaciers recouvrent ces pays et arrivent jusqu'à la mer. Lorsque nos glaciers diminuèrent, laissant à découvert les bas-fonds, la végétation envahit de nouveau le pays désert. Les charbons feuilletés nous révèlent que la flore d'alors était semblable à celle de notre Europe moyenne et des régions tempérées de l'Asie; mais il faut ajouter à cette flore quelques plantes des montagnes (Pinus montana et Acer pseudoplatanus).

Lorsque les glaciers, descendant de nouveau des Alpes, envahirent la plaine, la flore dut subir ces changements de climat et se modifier. A l'époque où les nombreuses moraines terminales furent déposées, les plantes alpines charriées par les cours d'eau descendirent dans les localités basses et s'établirent aux environs des glaciers et des moraines. L'Albis, l'Uetli, le Zurichberg et en général toutes les chaînes de collines dominant les glaciers étaient probablement couvertes de forêts comme le sont de nos jours les pentes qui entourent le glacier de la Bernina, et beaucoup d'autres localités où règnent des glaciers immenses. — Ce dut être particulièrement le cas lorsque le glacier disparut du canton de

* J'ai recueilli encore 106 espèces de Phanérogames dans les régions supérieures des Grisons, élevées de 8,500 à 11,000 pieds au-dessus de la mer.

Zurich. Dans le retrait de ce glacier, tous les degrés de transition durent se produire depuis le moment de son plus grand développement jusqu'à son état actuel; en admettant les deux époques glaciaires, ces phases successives se répétèrent plus d'une fois: elles étaient liées à des modifications correspondantes de température. Pendant la période maxima des glaciers, la température dut atteindre son degré le plus bas, et depuis lors remonter. La végétation suivait ces changements. Il faut supposer que pendant l'époque glaciaire les places dépourvues de neige et de glace étaient couvertes de la même végétation que nos Alpes actuelles. — Plus tard, les glaciers se retirant, les plantes envahirent de nouveau les montagnes, et les parties basses se peuplèrent d'autres formes de végétaux. De même que nos plantes alpines entourent actuellement les champs de névé et s'établissent sur les moraines et les îlots des glaciers en les ornant de leurs couleurs charmantes, de même autrefois elles suivirent probablement les glaciers jusque dans la plaine; c'est ce qu'on voit de nos jours en Islande et au Grœnland où la flore alpine s'avance avec les glaciers jusqu'au bord de la mer.

Les restes organiques de l'époque dont nous parlons confirment-ils cette hypothèse? Malheureusement il ne nous en est parvenu que fort peu, ce qui est dû en grande partie à ce que les conditions de conservation étaient très-défavorables.

En fait de plantes, nous ne connaissons que quelques cônes du Pinus Abies L.; le professeur Morlot les a trouvés avec une espèce de Mousse (Hypnum diluvii Schimp.) dans les débris glaciaires de Thonon et dans une formation semblable à celle des charbons feuilletés, près du Signal de Bougy. Les cônes de Sapin nous apprennent qu'à l'époque où le glacier descendait jusqu'au lac, il devait y avoir des forêts de cet arbre dans le voisinage; la Mousse est proche parente d'une espèce de Laponie et des Sudettes (H. sarmentosum). En consultant la flore diluvienne d'autres pays, on n'obtient également que des renseignements incomplets. — Les tufs de Cannstatt, près de Stuttgart, sont les moins pau-

vres. Ils ont fourni jusqu'ici 29 espèces dont trois sont éteintes, savoir : le Chêne mammouth, avec des feuilles d'un demi-pied de large, obtuses et largement lobées, et des glands ovales qui sont presque deux fois aussi grands que ceux du Quercus pedunculata, un Peuplier (Populus Fraasii Hr.) avec de grandes feuilles cordiformes au contour faiblement ondulé et denté, un Noyer qui, par les segments dentés de ses feuilles, rappelle les Juglans nigra et cinerea d'Amérique.

Parmi les espèces habitant encore les mêmes contrées et communes aux charbons feuilletés nous remarquons : le Sapin commun, le Bouleau blanc, le Noisetier et l'Érable de montagne, ainsi que le Sapin Pesse, le Peuplier Tremble, le Peuplier blanc, le Chêne à fruits pédonculés, le Charme, l'Ormeau, le Tilleul et le Fusin. Les arbrisseaux étaient représentés par plusieurs espèces de Saules : Salix monandra, S. fragilis, aurita, viminalis, et surtout S. cinerea ; par le Cornouiller, Cornus sanguinea, par deux Rhamnus : R. frangula et catharticus L. ; par le Buis et l'Airelle des marais (Vaccinium uliginosum L.) qui ont laissé leur empreinte dans le tuf. Les espèces herbacées sont très-rares : la grande Glycérie, Glyceria spectabilis M. et K., le Roseau et le Scolopendre (Scolopendrium officinarum). A l'exception des espèces éteintes et du Buis, toutes ces plantes vivent encore dans le Wurtemberg ; cependant l'Érable de montagne et l'Airelle des marais ne se rencontrent pas dans les environs de Cannstatt ; le premier est un arbre des montagnes, et le second vit dans les marais. Cette flore de Cannstatt prise dans son ensemble dénote un climat analogue à celui de nos jours dans les mêmes localités. Il est probable que les tufs du bassin de Cannstadt, qui recouvrent le löss, appartiennent à la seconde période diluvienne, c'est-à-dire à l'époque où le glacier s'était retiré et où le climat se rapprochait de celui d'aujourd'hui. Nous ne connaissons que deux plantes indiquant un climat plus froid que celui de nos jours. Dans les anciens marais d'Ivrée et dans les débris diluviens de Mur en Styrie, on a trouvé des troncs du Pinus cembra ; l'argile blanche de Bovey-Tracey dans le Devonshire (dans le sud de l'Angleterre), recouvre un gisement important de lignite miocène ;

cette argile renferme, à côté de feuilles de Saule, des feuilles fort bien conservées du Bouleau nain (Betula nana L.)*. Cet arbuste ne croît plus en Angleterre, mais il habite les montagnes d'Écosse. Il est largement répandu dans la zone polaire et se rencontre aussi chez nous, mais seulement dans les marais tourbeux du Jura et d'Einsiedeln.

Le Bouleau et le P. cembra nous indiquent du moins qu'autrefois ces végétaux alpins et septentrionaux ont vécu dans les localités plus basses et plus méridionales; il est probable qu'une étude plus approfondie des gisements de l'époque glaciaire fournira un contingent nouveau de faits analogues. Ce qui nous porte à le croire, ce sont divers phénomènes que présente notre flore fossile et qui ne peuvent s'expliquer que par l'hypothèse qu'à une certaine époque la flore alpine descendait dans les plaines. En effet, nous avons des colonies de plantes alpines sur les collines et dans les marais tourbeux des plaines suisses. On ne doit pas être surpris de ce que plusieurs plantes alpines aient suivi les glaciers et les ruisseaux jusque dans les vallées et de ce qu'on les trouve sur le bord de ces derniers; mais, ce qui est digne de remarque, c'est la présence de ces colonies de plantes des hautes montagnes sur des collines de la plaine, loin des Alpes et de leurs torrents. Ces végétaux apparaissent là comme des enfants des Alpes perdus au milieu des habitants de la plaine. Le canton de Zurich donne asile, en faisant abstraction des espèces amenées par les torrents, à 123 plantes de montagne, dont 55 ont leur patrie dans les Alpes et sont considérées pour cela comme plantes alpines; le point le plus élevé qu'elles atteignent est à peine à 4000 pieds au-dessus de la mer. Il est vrai que la chaîne du Hörnli est assez rapprochée des hautes montagnes; cependant elle en est séparée par la large vallée du Toggenburg. La chaîne de l'Albis et le Hohe-Rhonen ne sont pas davantage en communication directe avec le domaine alpin; et l'Uetliberg, l'Irchel et le Lägern sont encore plus éloignés. La colonie alpine la plus riche en espèces

* Je les ai figurées dans mon travail « On the fossil Flora of Bovey-Tracey, » dans les Philosophic. transactions, MDCCCLXII, t. LXXI.

se rencontre dans le haut Tössthal; nous y recueillons 74 espèces de plantes de montagne, dont 40 sont alpines. On y voit le Rhododendron, l'Auricule jaune, la Gentiane à grande fleur et la Renoncule de montagne, la Nigritelle odorante et le Myosotis des Alpes. On est surpris de trouver sur le Schnebelhorn la Soldanella alpina, le Salix retusa L., ainsi que la Véronique des roches qu'on n'observe que sur des montagnes assez élevées. Le Hohe-Rhonen offre les mêmes proportions : il donne asile à 36 espèces de montagne, dont 18 alpines. La basse chaîne de l'Albis, qui n'excède nulle part 2800 pieds, et l'Uetliberg possèdent 7 plantes alpines *. Ce qui est plus surprenant encore, c'est que le Lägern et l'Irchel même, qui sont encore plus éloignés des Alpes, ont aussi en partage quelques plantes alpines. Ce ne sont pas seulement les collines de nos plaines qui donnent asile à des plantes de la région alpine et de l'extrême Nord **, mais aussi nos marais tourbeux; et, ce qui est plus remarquable, les marais tourbeux de la Bavière en fournissent aussi. Puisque ces colonies alpines ne sont pas en communication avec les fleuves descendant de nos Alpes, ce ne sont pas eux qui ont transporté ces plantes dans les parties basses de la Suisse. Le vent n'a pas non plus transporté leurs semences, car les deux tiers des plantes de la colonie alpine zuricoise n'ont ni graines, ni fruits ailés, non plus qu'aucun caractère qui permette d'admettre le transport par le vent ***. Ajoutons que la distribution de ces plantes alpines est liée à celle des blocs erratiques alpins.

* Nous avons sur l'Albis : l'Alnus viridis L. ; sur l'Uto : Epilobium Fleischeri Koch, Linaria alpina L., Saxifraga aizoides L., Campanula pusilla, Pinguicula alpina, Pinus montana Mill.; sur le Lägern : Draba aizoides, Arabis alpina, Ribes alpinum, Saxifraga aizoon, Adenostyles albifrons; sur l'Irchel : l'Alnus viridis, Arctostaphylos Uva Ursi, Aira montana, Veronica urticæfolia, Sambucus racemosa, Trifolium alpestre, Thesium alpinum, et sur la colline entre Rorbas et Bulach : l'Alnus viridis.

** Comme plantes alpines on peut citer : la Civette, le Vaccinium uliginosum, l'Eriophorum alpinum et le Sedum villosum ; comme plantes du Nord : Carex chordorrhiza et la Scheuchzeria. La Saxifraga oppositifolia L., qui croit en gazon à Staad, non loin de Constance, appartient aussi à la flore arctique qui s'est acclimatée sur uos Alpes.

*** Sur les blocs erratiques de la plaine, nous trouvons plusieurs Crytogames des Alpes, surtout des Lichens (ainsi d'après le Dr Hepp, on rencontre les Lecidea badio-

A l'Uetliberg, on voit côte à côte la Linaria alpina, l'Epilobium Fleischeri et la Campanula pusilla, tout comme sur les moraines terminales et dans les localités abandonnées par les glaciers de nos Alpes. A l'Albis, au Bachtel et au Lägern, les blocs erratiques montent à la même hauteur que ces plantes alpines. L'étude de nos deux Rhododendron est instructive sous ce rapport. L'espèce à feuilles ciliées (Rhododendron hirsutum L.) se tient de préférence sur les montagnes calcaires et se rencontre dans une zone plus basse que l'espèce à feuilles rouillées (Rh. ferrugineum L.). On pourrait donc s'attendre à trouver dans le Jura la première, à l'exclusion de la seconde. Cependant, c'est seulement celle-ci qui y vit *, et c'est justement l'espèce qui se rencontre partout dans les montagnes entre le Simplon et le Saint-Bernard (leurs roches, nous l'avons vu, ont fourni au Jura les matériaux erratiques), tandis que le Rh. hirsutum y manque **. Puisque le Rh. ferrugineum a le même lieu d'origine

atra, spuria, discolor, micropsis, dispora, atro-alba, saxatilis, Lecanora badia). Mais les petits spores de ces végétaux peuvent être facilement transportés par le vent; c'est pourquoi, dans le sujet qui nous occupe, nous ne les avons pas associés aux Phanérogames. Il n'en est pas moins remarquable de trouver sur le Pflugstein d'Erlenbach une Fougère alpine et du Nord (Asplenium septentrionale) qui ne se rencontre nulle part ailleurs dans le canton.

* C'est une erreur de croire que le Rh. hirsutum vit dans le Jura. Les rameaux en fleurs qui ont été vus dans une fromagerie du Chasseral par un M. Lamon proviennent probablement de pieds qui auront été apportés des Alpes. Voy. Godet: Flore du Jura, p. 447. Dans les Alpes bernoises qui font face au Jura (Chaîne du Stockorn), le Rh. hirsutum est commun.

** Cette espèce se trouve aussi, il est vrai, dans les montagnes de la Savoie, par exemple au Môle et au Brezon, près de Bonneville; mais comme elle manque dans les localités intermédiaires (entre Bonneville et le Jura), par exemple, au Salève, il est probable qu'elle est arrivée au Jura avec les blocs erratiques des glaciers provenant des Alpes. Des 198 espèces de plantes alpines réparties dans le Jura, 179 se trouvent aussi dans les Alpes valaisannes, de sorte que la grande majorité de ces plantes pourrait provenir du canton du Valais. Il est cependant très-probable que des plantes alpines sont arrivées au Jura encore par une autre voie, puisqu'il possède un certain nombre de plantes arcto-alpines. Il y a eu évidemment là aussi une immigration provenant du sud-ouest, immigration par laquelle la flore du Jura s'est enrichie d'éléments méditerranéens. Mais comme le Jura s'abaisse au midi des cluses de Nantua et que presque toutes les plantes alpines y disparaissent pour reparaître seulement près de la Grande-Chartreuse, où les montagnes s'élèvent de nouveau à la région alpine, nous ne devons

que les blocs erratiques qui sont sortis du Valais pour se répandre sur le Jura, il est probable qu'il est venu des mêmes localités et à la même époque * que ces blocs. Ces indices nous portent à croire que les colonies de plantes alpines datent de l'époque glaciaire. Alors une riche végétation alpine répandue sur les plaines couvrait probablement les moraines et les endroits laissés libres par les glaciers des mêmes fleurs qui ornent actuellement les solitudes de nos mers de glace. Plus tard, les glaces se retirant, les charbons feuilletés commencèrent à se former; la flore de la plaine envahit les parties basses, tandis que la flore alpine se réfugiait sur les montagnes. Lorsque de nouveau le pays fut recouvert de glaciers, la flore alpine descendit encore une fois dans les mêmes localités, qui, à une seconde retraite des glaciers, furent encore abandonnées par elle. Il ressort de là que la flore alpine est le plus ancien élément de notre flore actuelle et qu'elle a occupé à deux époques différentes tout le pays que la neige laissait à découvert. Lorsque le climat eut changé, la flore de la plaine, qui avançait peu à peu, devint dominante, si bien que de la flore alpine il ne resta que quelques vestiges isolés dans les gorges de mon-

pas chercher là l'origine de la flore alpine du Jura. Dans cette flore, nous trouvons les Campanula pusilla, Saxifraga aizoides, Linaria alpina, Gypsophila repens et Polygonum viviparum, que nous rencontrons partout dans les terrains glaciaires et sur les anciennes moraines alpines. Outre ces espèces, nous rencontrons encore les Saxifraga oppositifolia, S. muscoides, Ranunculus alpestris, Asplenium septentrionale, Silene rupestris (au Passwang), Helianthemum alpestre, Primula auricula, Erigeron alpinus et Aster alpinus, qui s'établissent dans les fentes des rochers alpins. Il est donc permis de supposer que ces plantes d'origine alpine sont parvenues au Jura par les immenses moraines et les blocs monstres qui sans doute formaient de véritables îles sur les mers de glace.

* On rencontre aussi la même espèce de Rhododendron sur un gros bloc de granit du Gothard à l'Axenstein, au-dessus de Brunnen. Il est probable qu'elle est descendue du Gothard avec les énormes blocs de granit qui sont dispersés sur toute la terrasse de Morschach. Dans le canton d'Argovie, on trouve également sur d'anciennes moraines des plantes erratiques; ainsi l'Alnus viridis croît sur une épaisse couche de löss, qui repose sur le jura blanc de Waltersburg. De même, près de Schönenwerth, dans la vallée de Jonen, on voit sur un bloc alpin la Viola biflora, et l'Asplenium septentrionale sur un bloc de granit près de Künten. — Voy. Mühlberg, die erratischen Bildungen im Aargau, p. 184.

tagne, sur les chaînes de collines et dans les marécages froids. Ces vestiges ne sont que les restes de la flore alpine de la plaine, dont de siècle en siècle quelques espèces se sont perdues, ainsi que nous le prouvent les cônes de Pin de montagne et les graines d'un petit Nénuphar des montagnes (Nuphar pumilum) trouvés dans les habitations lacustres de Robenhausen. Nous voyons aussi que l'Érable faux Platane (Acer pseudoplatanus) était répandu partout dans la plaine, comme on peut en juger par son abondance dans tous les vieux tufs.

L'introduction de la flore alpine dans les plaines eut lieu à l'époque du plus grand développement des glaciers, qui se place entre la période pliocène et la formation des charbons feuilletés; alors les plantes alpines descendirent non-seulement sur nos plaines, mais aussi sur l'Allemagne, ainsi que le démontrent les flores de la Scandinavie et de l'extrême Nord, dont la moitié appartient à notre flore alpine. La flore du Nord a une grande uniformité, et forme autour de la terre comme une ceinture qui se compose en grande partie des mêmes espèces. Parmi ces espèces septentrionales, on en rencontre un certain nombre sur les montagnes de l'Allemagne, sur le Harz et dans les Sudettes (Silésie) où elles constituent la flore alpine de ces localités. Les Sudettes ne possèdent pas de plantes qui leur soient propres : elles ont reçu de la Scandinavie la plupart de celles qui manquent au plat pays. Quelques espèces s'y arrêtent (Rubus chamæmorus, Saxifraga nivalis et Pedicularis sudetica *), mais la plupart se rencontrent plus au sud et apparaissent même sur nos hautes montagnes. On observe les mêmes faits en Amérique et en Asie. On rencontre sur les Montagnes Rocheuses et sur les montagnes du nord de la Caroline des plantes identiques à celles de la flore du nord ; il en est de même pour l'Altaï** et pour l'Himalaya qui est si méridional. Ce sont en

* Dans la Schneegrube des Riesengebirge (nord-ouest des Sudettes), on a trouvé le Pupa arctica Wahlbg., originaire de Laponie et des mêmes localités où l'on rencontre la Saxifraga nivalis.

** On trouve dans Ledebours Flora altaica 80 Phanérogames alpines de la Suisse, sur lesquelles 54 appartiennent à la flore laponaise et à l'arctique. Celle d'Ajan, dans

grande partie des plantes qu'on voit aussi dans nos Alpes, et qui présentent un certain nombre d'espèces communes aux montagnes de l'Amérique et de l'Asie ; elles sont toutes originaires du Nord. Il est probable que durant l'époque glaciaire, la flore arctique régnait sur une grande partie de l'Allemagne et arrivait jusque chez nous. Comme le glacier du Rhin, dans l'est de la Suisse, pénétrait seul en Allemagne, tandis que les autres étaient arrêtés par le Jura, c'est par la Suisse orientale que se fit l'immigration de la flore septentrionale, qui avait une grande area ; c'est là peut-être ce qui explique pourquoi la Suisse orientale et surtout les Grisons possèdent en petit nombre des plantes et des animaux * qui leur sont communs avec le Nord et qui manquent complétement au reste de la Suisse. Tout cela rend assez probable l'hypothèse qu'une partie importante de notre flore alpine est venue du Nord et nous est arrivée pendant l'époque glaciaire. Lorsque plus tard le climat devint plus chaud et plus sec, cette flore rencontra dans nos Alpes des localités favorables à son développement et se conserva là, ainsi que dans l'extrême Nord, jusqu'à nos jours, tandis que dans la plaine, sauf les colonies dont nous avons parlé, elle a disparu et manque presque complétement dans le vaste pays qui sépare nos Alpes de la Scandinavie.

La faune de l'époque diluvienne nous conduit aux mêmes conclusions. On a trouvé des Mollusques et des Mammifères dans les dépôts de cette époque. Nous avons vu plus haut (p. 640) que les ruisseaux de glaciers contenaient, par l'effet du frottement des pierres, beaucoup de vase et de sable qui, emportés par les eaux, étaient déposés souvent à des distances considérables. Ainsi d'importantes masses de sable et de vase jaunes se rencontrent dans tout le bassin du Rhin depuis Schollberg (canton de

le nord-est de la Sibérie, sur les côtes de la mer d'Ochotsk, renferme 62 plantes alpines suisses, dont 45 sont arctico-laponaises. La Laponie a 115 Phanérogames communes à la flore suisse des montagnes.

* Carex Vahlii, Juncus castaneus, J. stygius, Trientalis europæa, Thalictrum alpinum. — Leiochiton arcticum, Cymindis angularis, Attalus Cardiacæ L. sp., Biston lapponarius Boisd., Chelonia Quenselii.

Saint-Gall) jusqu'en Hesse et dans le Nassau; elles acquièrent une grande épaisseur dans les environs de Mayence. Cette formation est connue sous le nom de löss. Elle renferme par places une quantité considérable de coquilles de Mollusques appartenant presque toutes à des espèces vivantes. En Suisse, le professeur Escher de la Linth en a trouvé dans le löss de Schollberg (entre Hochwand et Trubbach) et dans l'anse de Murris s'ouvrant vers le sud (au versant des ruines de la Wartau), dans la vallée saint-galloise du Rhin. Les 21 espèces * déterminées par le professeur Mousson se trouvent encore sans exception dans la Suisse orientale, et la plupart dans la vallée du Rhin ou au pied des montagnes les plus voisines. Une des espèces les plus communes: Helix ruderata Stud., manque cependant aujourd'hui dans la plaine, et c'est une des formes spéciales aux hautes montagnes de Glaris, du Prättigau et de la chaîne du Sentis, ainsi que l'Helix sericea glabella Stud. et H. arbustorum subalpina. Toutes les autres espèces sont ou des Escargots des bois, de la région des arbres à feuillage, ou des espèces qui aiment les endroits ombragés et humides. Les espèces qui préfèrent les lieux secs et exposés au soleil manquent.

Les Mollusques retrouvés proviennent probablement de l'époque où les glaciers s'étaient retirés jusqu'aux environs de Sargans ou de Ragatz, et avaient abandonné sur leur ancien emplacement du sable fin et du limon. Le mélange de quelques formes montagnardes qui ne se rencontrent plus maintenant dans la plaine nous indique la proximité du glacier.

Tandis que ces dépôts datent de l'époque du retrait des glaciers, le löss des parties inférieures du Rhin appartient probablement à une épo-

* Comp.: Mousson, über den Löss des St-Gallischen Rheinthales. Mittheilungen der Zürcher naturforschenden Gesellschaft, 1856. Les espèces trouvées sont: Succinea oblonga Dr., Helix nitidula Dr. var. vitrina Hoch., H. nitidosa Fer., H. nitens Mich., H. crystallina Müll., H. fulva Drap., H. ruderata Stud., H. rotundata Müll., H. sericea Müll., glabella et hybrida, H. villosa Dr., H. strigella, late-umbilicata, H. pulchella costata, obvoluta Müll., H. arbustorum et subalpina, H. hortensis, Bulimus montanus Dr., Achatina lubrica Müll. avec la var. pulchella, Pupa dolium, P. bigranata, P. secale, Clausilia dubia Drap. Il est très-remarquable que la variété largement obliquée de l'Helix strigella se rencontre encore à Sargans et soit propre à cette localité.

que antérieure pendant laquelle il avait une grande area. — Parmi les nombreux Mollusques qu'on a recueillis, les espèces vivant dans les endroits humides et sombres dominent ; elles sont accompagnées de nombreuses formes (Helix hispida Müll., H. ruderata, H. arbustorum subalpina) qui ne vivent maintenant que sur les montagnes; mais toutes les espèces fréquentant les lieux secs et exposés au soleil manquent.

Si les Mollusques de l'époque diluvienne ont une parfaite analogie avec ceux de la faune actuelle, les Mammifères présentent six types spéciaux éteints. — On en connaît actuellement 17 espèces retrouvées dans notre pays. — Nous avons déjà fait connaissance avec 3 de ces espèces dans les charbons feuilletés : l'Ours des cavernes, dont les dents ont été découvertes dans la caverne de Wildkirchli sous une couche de tuf calcaire, le Cervus elaphus, très-répandu dans les dépôts diluviens, l'Urochs (Bos primigenius), dont les restes ont été conservés dans le diluvium de l'Isteinerklotz. On a trouvé dans notre pays une seconde espèce de Bœuf, l'Auerochs. Les axes osseux des cornes de cet animal, qui sont énormes et une partie de son crâne, ont été découverts dans une tranchée de chemin de fer à Bollingen, près de Rapperschwyl. Ainsi les deux espèces de Bœufs sauvages décrits par Pline et Sénèque vivaient déjà à l'époque diluvienne. — L'Auerochs ou Bison est un animal considérable, farouche, portant une longue crinière et semblable au Buffle américain. Il se rencontre comme l'Urochs dans nos habitations lacustres; au moyen âge, il était encore répandu dans les forêts de l'Europe, mais maintenant il ne vit plus guère que dans les forêts de Bialowicza. Le Cerf géant (Cervus eurycerus Ald.) était à peu près de la même taille; on en a mis au jour des restes à l'Isteinerklotz. On a recueilli dans le Val Travers un squelette entier d'Élan (Cervus Alces L.). On a trouvé les os des pieds d'un Chamois (Antilope rupicapra L.), près du Wildkirchli, dans la localité où l'on a rencontré les dents de l'Ours des cavernes. Cet animal vivait donc déjà à l'époque glaciaire. On en a également observé les restes dans les plaines du Rhin; ce qui nous indique qu'alors cet animal alpin vivait dans la plaine de même que le Bouquetin et la Marmotte.

On a trouvé l'axe osseux des cornes du premier dans un gisement de gravier du Rheinthal, des crânes et des os de Marmotte à Zimmerwald, et à Sinneringen dans la vallée de Worblen; on en a découvert un squelette entier dans le diluvium de Niederwangen, près de Berne, ainsi que dans la moraine qui va de Bois-de-Vaux à la Perandette, et forme la promenade de Montbenon, près de Lausanne, bien connue pour la vue splendide dont on y jouit. — Près de Benken, canton de Zurich, on a tronvé des bois si ressemblants à ceux du Renne qu'ils ont dû appartenir à cet animal du Nord; les dépôts diluviens de la vallée du Rhin nous en ont conservé aussi quelques restes.

Le Blaireau et le Chat sauvage ont laissé leurs os dans le diluvium de Zimmerwald, canton de Berne, et la Hyène des cavernes (Hyæna spelea Goldf.) à l'Isteinerklotz. Cette Hyène, plus forte et plus grosse que la Hyène tachetée du Cap (H. crocata L.), dont elle est proche parente s'est éteinte. On a réuni çà et là dans les graviers quelques dents de Chevanx. D'après le professeur Rütimeyer, le plus grand nombre appartient à notre Equus caballus L.; telles sont celles des graviers de Bülach et de la vallée du Rhin. Ce Solipède a donc vécu dans notre pays à une époque très-reculée. — On a découvert aussi une seconde espèce de Cheval éteinte: Equus fossilis Cuv. Owen., qui diffère du nôtre par quelques particularités des dents, et se rapproche du Cheval miocène l'Hipparion. D'après M. Rütimeyer, on ne l'a trouvé jusqu'ici que dans la Suisse occidentale (dans un banc de gravier de Riez à Cully). La plupart de ces animaux habitent encore notre continent, et nous possédons des espèces très-voisines de celles qui se sont éteintes; il n'y a que deux types de Pachydermes qui soient complétement étrangers à notre faune: le Rhinocéros à poils laineux et le Mammouth-Éléphant. Tous deux étaient couverts d'une épaisse toison et pouvaient par conséquent supporter les climats froids.

Le Rhinocéros (R. tichorhinus Cuv.) avait beaucoup d'analogie avec le Rhinocéros du Cap (R. bicornis); mais il avait une tête plus longue, plus étroite, un corps plus gros et des jambes plus courtes et plus massi-

ves. Il portait sur le nez deux fortes cornes. Ses restes se retrouvent dans les graviers de la vallée du Rhin et à l'Isteinerklotz. — Le Mammouth était beaucoup plus commun (Elephas primigenius Blumenb., fig. 351). Il était un peu plus grand que l'Éléphant indien, dont il se rapproche plus que de l'Éléphant africain. Ses défenses avaient de 8 à 15 pieds de long et étaient plus fortement recourbées que chez l'Éléphant indien; les molaires étaient munies de protubérances transversales plus nombreuses, plus étroites et à bords parallèles, qui le distinguent de l'Elephas antiquus (comp. fig. 350 et 351). Si nous nous représentons un très-gros Éléphant indien et que nous le revêtions par la pensée de longs poils brun-noir formant crinière sur le col, et que nous lui mettions de grandes oreilles bordées de poils, de grosses défenses fortement recourbées et des pieds massifs, nous aurons ainsi une image de ce remarquable animal. On a signalé sa présence dans beaucoup de lieux, mais il serait difficile de dire à quel moment de l'époque quaternaire il est apparu pour la première fois. C'est dans les bancs de gravier qu'on trouve le plus souvent ses restes; mais comme ils ont été ensevelis pendant toute l'époque diluvienne, on ne peut, dans la plupart des cas, estimer exactement à quel moment de cette période ils ont été enfouis. Dans les bancs de cailloux roulés de Dürnten, Wetzikon et Utznach (comp. profil, fig. 328 c à g, p. 597 et p. 598) qui recouvrent immédiatement les charbons feuilletés, on n'a pas encore découvert de restes d'animaux, mais bien dans les graviers d'Irgenhausen, près de Wetzikon, qui appartiennent probablement à la même division. — Là, M. Messikomer a trouvé de gros os ayant appartenu à un Éléphant; mais il reste à savoir si c'est à un Mammouth ou à l'Elephas antiquus. Dans les graviers d'Holzerweid, près de Bussenhausen, au-dessus de Pfäffikon, dans ceux d'Huntwangen et de Maschwanden, ainsi que dans ceux des cantons de Berne, de Bâle, de Neuchâtel et près de Morges, on a trouvé des molaires ayant incontestablement appartenu au Mammouth. — A Neuchâtel, dans les cailloux roulés reposant sur des roches polies, on en a trouvé une dent. Cette polissure des roches date probablement de la première époque glaciaire

pendant laquelle seulement le grand glacier du Rhône s'est étendu jusque-là. — Ceci prouve seulement que le Mammouth a fréquenté ces localités après la première époque glaciaire. — Les gisements de Morges sont plus concluants ; là, dans une érosion du petit ruisseau, le Boiron, à $^1/_2$ lieue à l'ouest de la ville, on a trouvé une belle molaire et une défense. — Elles reposaient sur des cailloux roulés à environ 12 p. de profondeur. Ce gisement appartient à une terrasse élevée de 80 pieds au-dessus du lac et composée entièrement de matériaux alpins qui probablement ont été laissés là pendant la deuxième période glaciaire. Les dents gisent dans la partie stratifiée supérieure ; elles y sont venues soit au moment où le ruisseau, qui forma les dépôts de gravier, descendait vers le bassin du lac comblé par les glaces, soit après que la masse de glace se fut retirée de ces localités. — Dans le canton de Berne, on a trouvé des dents et des débris d'os : à Neubruck, à Rapperschwyl (près d'Affoltern) et dans la ville de Berne non loin du Palais fédéral. On a recueilli une dent à cet endroit dans un dépôt de gravier glaciaire qui provient de la grande moraine terminale dont la formation date probablement de la fin de la période glaciaire*. Dans le canton de Bâle où les graviers ont fourni des restes de Mammouth dans plusieurs endroits (ainsi à Liestal, Diegten, Dornach, Gröllingen et Münchenstein), ces restes ont dû être déposés pendant les époques inter- ou post-glaciaires ; la même date peut être assignée aux restes trouvés à l'Isteinerklotz, au-dessous de Bâle. Là, le Jura plonge dans le Rhin et les objets flottants sur le fleuve sont fréquemment rejetés sur le bord. Il en était de même déjà à l'époque diluvienne, car on y trouve des restes de Mammouth, d'Urochs, de Cheval, de Cerf géant, d'Hyène et de l'Ours des cavernes ; par conséquent, le fleuve alors déjà devait avoir le même cours que maintenant. Mais il n'est pas possible de dire si ces animaux ont échoué pendant ou après l'époque glaciaire.

* Voy. Isidor Bachmann, Ueber die in Bern vorkommenden versteinerten Thierreste. Bern, 1867.

Les restes de Mammouth découverts dans le canton de Soleure (près de la ville et à Trimbach), les grandes défenses recueillies près d'Aarau dans le lit de l'Aar et les belles molaires qu'on a retirées du sol près de Luttingen dans le voisinage du Hauenstein ne jettent aucun jour sur la question. Les dents de Luttingen (fig. 351, pag. 611) gisent parmi des débris d'os d'Urochs dans un terrain marécageux recouvert d'une couche d'argile; cette argile comble un bassin qu'entouraient des roches primitives. De ce qui précède nous pouvons seulement conclure que le Mammouth a paru dans notre pays à la fin de la seconde période glaciaire; mais on ne saurait affirmer qu'il l'ait visité plus tôt.

Pendant la période interglaciaire, l'Elephas antiquus nous arrivait, en été, probablement d'Italie, où il était commun, tandis que l'Elephas primigenius venait du Nord. On trouve les restes de ce dernier partout dans le centre et le nord de l'Europe, dans l'Asie * et l'Amérique septentrionales. On compte aujourd'hui un petit nombre d'animaux de cette taille qui aient une area aussi étendue que celle du Mammouth à cette époque. L'Allemagne, et surtout le bassin de Cannstatt et de Stuttgart, étaient les endroits préférés par le Mammouth et le Rhinocéros à toison. On a trouvé en quantité considérable les os et les dents de ces animaux dans une argile arénacée (*löss*) souvent recouverte par le tuf. Le löss de la plaine du Rhin renferme également des os de ces deux Pachydermes.

Il n'y a point d'animal fossile dont on ait autant parlé que du Mammouth. A une époque où l'on n'avait encore aucune notion du monde d'organismes que renferme la terre, la découverte de ces os gigantesques

* Il est probable que le Mammouth est originaire de la Sibérie orientale et qu'il y vivait déjà à l'époque de nos charbons feuilletés; il est probable aussi que la température s'abaissant de plus en plus pendant la seconde période glaciaire, il émigra et arriva dans nos contrées. Cette hypothèse s'appuie sur le fait frappant qu'en Sibérie le Mammouth franchissait le cercle arctique et allait même jusqu'au 80° degré, tandis qu'en Europe il n'a jamais atteint ce cercle. — Voy. ma Flore fossile des pays polaires I, p. 43. On a trouvé en Sibérie, enfouis dans le sol glacé, plusieurs exemplaires complets de cet animal avec la peau et les poils; les dents y sont si abondantes que l'ivoire fossile constitue dans cette contrée un important article de commerce.

et de dents d'un aspect si colossal émut d'autant plus qu'on croyait être en présence des restes de géants humains.

En 1577, on découvrit près de Reiden, dans le canton de Lucerne, des os de Mammouth qui furent envoyés, pour être déterminés, au célèbre médecin Félix Plater, de Bâle; celui-ci répondit qu'ils avaient appartenu à un géant de 16 pieds 4 pouces. Les Lucernois se hâtèrent de reproduire cet homme sauvage sur les armoiries de leur canton. — A Valence, une molaire de Mammouth fut adorée comme relique de St. Christophe; on vit même, en 1789, les chanoines de St.-Vincent porter en procession, pour obtenir de la pluie, un fémur de Mammouth comme étant le bras de leur patron. Lorsqu'on fut bien convaincu que ces os et ces dents avaient appartenu à un Éléphant, on pensa qu'il provenait du passage des Alpes par Annibal, et que quelques-uns des animaux de son armée s'étant enfuis, étaient restés dans les environs. Cette hypothèse subsista aussi longtemps qu'on n'en connut que quelques spécimens et qu'on n'eut pas pris l'habitude de comparer les animaux fossiles avec les vivants.

Quelque restreint que soit le nombre des animaux diluviens de notre pays, connus jusqu'ici, le mélange des espèces est très-remarquable. A côté de formes qu'on peut déterminer comme appartenant à la zone tempérée, telles que le Cheval, l'Urochs, le Cerf, le Blaireau, l'Ours et le Chat sauvage, on rencontre de vrais animaux alpins, tels que le Bouquetin, le Chamois, la Marmotte, puis des animaux du Nord: l'Élan et le Renne, accompagnés d'un Rhinocéros et d'un Éléphant, dont les plus proches parents vivent maintenant dans les zones chaudes et tropicales; ils différaient cependant de ces derniers par leur toison qui indique qu'ils étaient organisés pour d'autres conditions climatériques que leur congénères du monde actuel.

La faune diluvienne offre le même caractère dans toute l'Europe. On a découvert dans la plaine du Rhin des Chamois et des Marmottes, le Renne et l'Élan vivaient avec le Bœuf musqué, qui ne se rencontre maintenant que dans l'extrême nord de l'Amérique et dans le Grœnland oriental; on a trouvé aussi deux espèces de Lemming dont l'une, le Myodes

lemmus L. sp., de Suède et Norwége, et l'autre, M. torquatus Pall. sp., habite des contrées plus septentrionales encore. — L'apparition dans les plaines de la Suisse et de l'Europe d'animaux de l'extrême Nord et des Alpes date probablement de l'époque où la flore alpine occupait les plaines; elle confirme ainsi la théorie d'une période glaciaire.

Plus tard, les animaux supérieurs des Alpes et du Nord ne trouvèrent plus sur les nombreuses collines du pays une place assez grande; ils durent bientôt céder le terrain à l'homme qui arrivait, mais ce ne fut pas le cas pour les petits animaux et les Insectes. Ces derniers obéirent aux mêmes lois que les plantes. Dans la partie supérieure de la vallée de la Töss on voit, sur les mêmes plantes de montagne, le Petasites et l'Adenostyles, les mêmes Chrysomèles bleues et dorées (Chr. gloriosa et tristis) que dans la Suisse centrale. Dans les ruisseaux, de petits Coléoptères aquatiques appartenant au Nord et aux Alpes (Hydroporus septentrionalis Gyll., et H. griseostriatus Deg.); un Coléoptère, le Nebria Gyllenhalii, vit dans les environs du Tössstock; il manque sur les montagnes septentrionales de la Suisse, mais se trouve partout dans les Alpes des Grisons et d'Uri et rappelle involontairement le granit de Ponteljes qui fut apporté jusque dans cette localité. Sur le Zurichberg, l'Uetliberg et le Randen on trouve aussi des vestiges de cette époque reculée*. La faune entomologique de notre pays nous offre encore sous un autre rapport des analogies avec la flore. — Elle a bon nombre d'espèces communes avec l'extrême Nord, espèces qui manquent aux pays intermédiaires. Je fus bien surpris lorsque je trouvai pour la première fois sur la Bernina un petit Insecte (Leiochiton arcticum) très-répandu en Finlande et en Laponie; j'en vis à Fetau un autre tout aussi délicat (Cymindis angularis) qu'on ne connaissait qu'en Laponie; enfin je rencontrai en 1849, près de Samaden et de Bevers, un superbe Papillon, Euprepia flavia Amstein, qui se trouve aussi en Sibérie. Ce ne sont là que quelques nouveaux an-

* Nous citerons comme tels : Carabus auronitens F., C. irregularis F., Cychrus rostratus, Pterostichus ovalis, metallicus; Leptura virens, Callichroma alpina, Pachyta quatuormaculata et Lathrobium alpestre.

neaux d'une grande chaîne de phénomènes dont l'explication doit être cherchée dans l'époque glaciaire.

Tous ces faits nous démontrent qu'à l'époque diluvienne il se produisit un grand abaissement de température à la suite duquel les glaciers sortirent de la zone alpine et firent irruption dans la plaine. Il est vrai que jusqu'ici on ne connaît qu'un nombre restreint d'espèces de la faune et de la flore alpines et septentrionales provenant du diluvium; mais la composition de la flore et de la faune soit de notre pays, soit de la zone septentrionale, appuie les conclusions que nous avons présentées sur la dispersion des roches alpines erratiques. Cette faune et cette flore, en mettant en connexion les faits que nous avons reconnus plus haut, nous permettent de nous représenter fort bien la physionomie du paysage d'alors. Dans la planche ci-contre, « Zurich à l'époque glaciaire, » j'ai cherché à représenter les environs de cette ville à la fin de la seconde période glaciaire. Le glacier est en retraite. Les chaînes de collines qu'il recouvrait sont maintenant libres et couvertes de forêts de Conifères. La surface du lac seule est occupée par le glacier sur lequel courent deux longues moraines latérales. Son extrémité nord est déchirée et crevassée, de nombreux glaçons se sont séparés et flottent vers le rivage. Le premier plan représente la moraine terminale, dont les blocs énormes ont été amenés par le glacier; on y voit des Pins nains et des Aulnes des Alpes, qui poussent difficilement. Une famille de Marmottes s'ébat entre les blocs de rochers tandis qu'à droite apparaissent quelques Mammouths, et que plus loin une troupe de Rennes va s'abreuver. A l'arrière-plan on distingue les Alpes blanches de neige, depuis le Glärnisch jusqu'à la Windgelle; elles sont la source du glacier, qui descend jusqu'en plaine.

Une semblable époque glaciaire occupant notre hémisphère nord a dû laisser des traces chez les habitants des mers, et c'est en effet le cas. On a remarqué que dans les gisements marins diluviens de Suède, d'Écosse et d'Angleterre la faune avait un caractère plus septentrional, et que ce caractère s'observe à divers titres dans la Méditerranée et jusqu'en Sicile. — Les formes de l'extrême Nord descendaient au loin vers le Sud

et plus tard furent refoulées vers le Nord. Nous trouvons par conséquent la plupart de ces animaux seulement à l'état fossile et dans les dépôts diluviens ; cependant quelques-uns vivent encore à de grandes profondeurs, et là où débouchent les sources froides du fond de la mer. De cette manière, nous retrouvons ici dans la mer les mêmes phénomènes que nous avons observés pour la faune et la flore terrestres. Ainsi nous rencontrons des colonies du Crabe norwégien dans le golfe de Quarnero (mer Adriatique) et d'animaux arctiques dans les lacs des côtes norwégiennes, autrefois réunis à la mer, mais qui en sont séparés aujourd'hui par le relèvement du pays.

Si nous jetons un coup d'œil général sur les nombreux faits que nous présente la nature organique et inorganique, nous arrivons à la conclusion que la période tertiaire, qui était chaude, fut suivie d'une époque à climat beaucoup plus froid que celui de nos jours. Déjà pendant l'époque tertiaire il y eut un abaissement graduel de la température, ainsi que nous l'a montré la comparaison de la flore d'Oeningen avec celle de la mollasse inférieure. Le climat de l'époque pliocène se rapprochait du nôtre (voy. p. 621). Dans la période diluvienne qui suivit, la température s'abaissa de plusieurs degrés au-dessous de la moyenne actuelle ; ce fut l'époque du plus grand développement des glaciers. Si maintenant la température moyenne s'abaissait de 4 ou 5 degrés*, les glaciers descendraient de nouveau irrésistiblement dans les plaines ; et ce phénomène aurait un caractère d'autant plus marqué que le climat serait plus humide et que les émanations aqueuses de l'atmosphère seraient plus abondantes. Un

* Genève possède actuellement une température moyenne de 9°,25 C. La limite des neiges s'arrête environ à 2700 m. au-dessus de la mer. A Chamounix, les glaciers descendent à 1550 m. au-dessous de cette ligne. Si donc Genève avait une température moyenne de 4° plus basse (c'est-à-dire de 5°,25 C.), la limite des neiges descendrait à 750 m. plus bas (1° pour 188 m.) et serait par conséquent à 1950 m. au-dessus de la mer ; celle des glaciers à 400 mètres, c'est-à-dire qu'ils s'avanceraient jusqu'à Genève.

Dans le Grindelwald, la limite des glaciers est à 1039 m. La température moyenne s'abaissant de 4°, ce glacier envahirait sans aucun doute la vallée et arriverait au bout de peu d'années jusqu'au lac de Thoune.

léger abaissement de température suffit donc à expliquer les phénomènes des glaciers, si étranges au premier abord. Il est fort étonnant, il est vrai, de voir qu'au commencement de l'époque diluvienne les glaciers ont envahi les plaines suisses, et qu'ensuite ils se retirèrent, et que pendant des milliers d'années une formation tourbeuse s'établit dans l'emplacement qu'ils avaient occupé jusqu'à ce que la masse des glaces recouvrît de nouveau les lieux qu'elle avait abandonnés. Ces phénomènes glaciaires suppriment donc les contradictions apparentes qu'offrent la flore et la faune des dépôts diluviens, puisque la présence des espèces des zones tempérées et froides que ces dépôts nous ont conservées se trouve expliquée par les modifications climatériques survenues pendant cette longue période. On se rend compte aussi de ce fait que notre flore renferme fort peu de types miocènes. On comprend de même aisément pourquoi toutes les formes des zones chaudes et tropicales ne peuvent pas se rencontrer dans notre flore actuelle; elles durent disparaître déjà pendant l'époque pliocène. Notre flore mollassique contient cependant un certain nombre d'espèces qui rappellent les climats tempérés; elles auraient très-probablement laissé leur empreinte dans notre flore actuelle si un grand hiatus ne nous séparait de l'époque miocène. Ce hiatus est représenté par l'époque glaciaire qui est cause que les Platanes, l'Érable rouge, le Peuplier balsamifère, les Noyers, les Tulipiers, les Ambriers, etc., ne font point partie de la flore actuelle de notre pays, tandis qu'ils vivent en Amérique sous des formes qui leur sont très-proches parentes; ces formes, qui peuvent vivre sous notre climat, nous les possédons maintenant comme importées et comme essences de culture, tandis que leurs ancêtres habitaient en foule notre pays miocène. Dans les gisements pliocènes supérieurs, on recueille encore quelques types miocènes, qui sont aujourd'hui exclusivement américains, mais qui disparurent de nos contrées dans la première partie de la période glaciaire; ce n'est que pendant l'époque de la formation des charbons feuilletés que la flore prit son caractère asiatico-européen qu'elle a conservé jusqu'à nos jours. Avec le diluvium, nous sommes arrivés au moment où l'homme

apparaît sur le théâtre de la vie. On n'a cependant trouvé aucune trace humaine dans les dépôts diluviens de la Suisse. — Les habitations lacustres appartiennent à un âge de beaucoup postérieur, ainsi que l'indique la coupe mentionnée p. 32. Cependant en France, en Belgique et en Angleterre on a reconnu que très-probablement l'homme a dû être contemporain du Mammouth et du Rhinocéros à toison, car on a trouvé dans les cavernes et les bancs de gravier des silex taillés et réunis aux restes de ces animaux; de plus, on a découvert sur les os d'animaux diluviens des dessins qui sont dus probablement à la main de l'homme. Nous ne pouvons pas trancher ici la question très-importante et très-débattue de la première apparition de l'homme sur la terre, car notre pays ne nous offre pas de matériaux propres à nous donner une solution. Il ressort des recherches de Ch. Lyell, auquel nous sommes redevables du travail le plus consciencieux et le plus clair sur les résultats obtenus jusqu'ici, que les restes humains les plus anciens* se rencontrent dans les

* Ch. Lyell, The geological evidences of the antiquity of man. London, 1863. Les Vertébrés de l'époque tertiaire et même du dernier étage, le pliocène, sont complétement différents de ceux de nos jours; il est donc contraire à toute analogie et fort improbable que l'homme vécût alors sur notre terre. Aucun fait bien établi ne vient du reste, confirmer cette opinion. Il en est tout autrement de l'époque diluvienne. Celle-ci nous offre des plantes et des animaux qui vivent de nos jours et l'on retrouve les espèces actuelles même parmi les plus richement organisés (Mammifères), à côté de types éteints. L'existence de l'homme à cette époque n'a donc pas lieu de nous étonner, et il se peut que sa première apparition corresponde au commencement de la période. — Cependant cette date n'est pas encore prouvée; un examen attentif des données acquises fait coïncider son apparition avec l'époque post-glaciaire. Desnoyers, s'autorisant des marques et des sillons tracés sur des os de l'Elephas meridionalis qui ont été trouvés dans le gisement de cailloux roulés ante-glaciaire de Saint-Prest, près de Chartres, a conclu que ces traces avaient été faites par la main de l'homme, et que, par conséquent, celui-ci existait avant l'époque glaciaire. — Ces marques et ces sillons peuvent aussi bien être le fait d'animaux carnassiers qui ont rongé ces os, ainsi que Lyell l'a démontré (appendix to the third edition of the antiquity of man, p. I et suiv.); au reste, comme on n'a trouvé dans cette localité aucun autre indice attestant la présence de de l'homme, l'opinion de Lyell est beaucoup plus probable. — E. Collomb a cherché à prouver (Bibliot. univers., juillet 1860) que le diluvium de la Somme, qui renferme les instruments de pierre dont on a beaucoup parlé, avait été déposé avant l'époque glaciaire. Il l'a assimilé, quant à l'âge, aux bancs de gravier des Vosges qui sont couverts

dépôts qui suivent immédiatement ceux de l'époque glaciaire, et qui comprennent le 5e étage (p. 655) de notre tableau. A cette époque, le Mammouth et le Rhinocéros à toison vivaient encore, et même étaient très-répandus. — La plupart des gisements dans lesquels ces animaux ont été trouvés semblent appartenir à l'époque post-glaciaire, en tous cas bien antérieure à celle des habitations lacustres. Dans ces dernières, on retrouve l'Urochs et l'Élan, mais aucune trace de Mammouth et de Rhinocéros. La forme des pierres travaillées diffère aussi d'autres plus anciennes. C'est dans l'époque intermédiaire qu'il faut ranger les restes que Lartet a découverts dans les cavernes du Périgord et des Pyrénées, ainsi que les instruments en os qui ont été recueillis près de Schussenried et au Salève. On voit partout des restes de Renne, et sur des plaques de corne des sculptures qui ne peuvent provenir que de l'industrie humaine.

Dans ces premiers âges de l'existence de l'homme, l'Europe était peut-être encore réunie par un continent aux îles de l'Atlantique. Nous basons cette hypothèse sur le fait remarquable que les Açores, Madère et les îles Canaries ont un grand nombre de plantes et d'animaux inférieurs communs à l'Europe; il en résulte que ces îles ont avec cette partie du globe plus de rapports qu'avec l'Afrique. Sous des latitudes plus élevées, le continent européen semble avoir même été relié à l'Amérique, car le Mammouth, ainsi que le Cheval et le Bœuf musqué (Bos moschatus) vivait dans l'Amérique du Nord comme en Europe. Plus tard, le Bœuf musqué s'est éteint en Europe, le Cheval en Amérique et le Mam-

de moraines, et il a basé ses conclusions sur cette hypothèse; mais le professeur Desor a montré (les phases de la période diluvienne) qu'une assimilation de ce genre n'avait aucun fondement. Il tient le diluvium de la Somme pour post-glaciaire ; les recherches de Lyell (Antiquity of man, p. 228) arrivent au même résultat. Ce dernier a démontré que tous les restes de l'homme primitif en Angleterre se trouvent dans des dépôts qui proviennent de l'époque post-glaciaire, et que les gisements de cailloux roulés de la Somme appartiennent fort probablement à la même formation. D'Archiac partagea aussi cette dernière manière de voir (Du terrain quaternaire et de l'ancienneté de l'homme dans le nord de la France, 1853, p. 47), cependant il assigna, par erreur, comme date aux localités anglaises qui ont donné la clef des gisements français, le milieu de l'époque quaternaire, c'est-à-dire avant la seconde époque glaciaire.

mouth dans l'une et l'autre contrée. Si nous supposons que pendant l'époque miocène le continent atlantique avait une étendue plus considérable, et qu'il se prolongeait depuis la zone arctique fort avant dans le Sud, de manière à former un trait d'union entre l'Amérique et l'Europe depuis l'Islande jusqu'aux Etats-Unis de l'Amérique du Nord*, nous aurons ainsi l'explication de bien des phénomènes remarquables. Nous comprendrons dès lors comment des 56 espèces de plantes miocènes que nous connaissons d'Alaska**, 17 se trouvent dans la flore miocène suisse; on compte dans ce nombre 3 espèces de Peuplier, 3 Saules, l'Ambrier, un Noyer, etc., etc. On conçoit également, à ce point de vue, que les Platanes et le Palmier Sabal se soient établis partout en Europe, que le Tulipier ait immigré en Islande et en Suisse, et qu'il se rencontre chez nous des Grenouilles géantes, des Tortues alligator, des Belastomes et des Gyrines tels qu'on n'en voit aujourd'hui que dans les eaux américaines.

* L'objection qui consiste à dire que ce continent atlantique aurait occupé justement les parages les plus profonds de l'Océan n'est pas fondée, car la plus grande profondeur de l'Océan se trouve beaucoup plus au Midi, savoir : entre l'Afrique méridionale et l'Amérique du Sud. La plus grande largeur de ce continent correspondrait à la ligne du télégraphe transatlantique qui repose à une profondeur moyenne de 0,439 de mille géographique. L'identité des Coraux miocènes du sud-ouest de l'Europe avec ceux des Antilles est une preuve de l'existence de côtes basses allant d'un continent à l'autre, puisque les Coraux ne bâtissent pas dans une mer profonde. Si les côtes méridionales de l'Atlantis supposée ont été bordées par des récifs madréporiques tels que nous les rencontrons dans le miocène de Porto-Santo, l'identité entre la faune corallienne de l'Europe miocène et celle de l'Amérique s'explique facilement, tandis que, les deux continents étant séparés par une mer immense et profonde, cette explication serait bien difficile. — Voy. ma Flore fossile des pays arctiques, I, p. 52.

** Le docteur Newbery vient de découvrir plusieurs espèces qui appartiennent en commun au miocène du Fort-Union Dacotah et à celui de l'Europe, ainsi : l'Onoclea sensibilis L. (Filicites hebridicus Forb. de l'Ile Müll) et Glyptostrobus europæus, puis un Palmier à éventail qui est très-voisin du Sabal major. La zone arctique ayant été pendant l'époque miocène un foyer végétal très-important d'où les plantes pouvaient se répandre dans toutes les directions, beaucoup d'espèces y ont eu probablement leur lieu d'origine, ainsi : le Taxodium, le Sequoia Langsdorfii, le Glyptostrobus et d'autres. Il n'est pas sans importance d'observer que ce sont surtout les espèces de la zone tempérée que la flore miocène suisse a en commun avec le nord de l'Amérique; ces espèces sont probablement originaires du Nord. Cependant les formes tropicales ne manquent pas, mais elles ne purent pas provenir des pays arctiques (tel est le Palmier Sabal).

— Notre hypothèse expliquerait d'une manière générale comment il se fait que notre continent possédât alors toute une série de plantes et d'animaux dont les espèces les plus proches voisines * appartiennent aujourd'hui exclusivement au Nouveau Monde. Nous ne nous étonnerons plus de ce que qnelques types d'animaux et de végétaux de l'époque tertiaire (p. 402 et 424) se soient conservés dans les îles Atlantiques jusqu'à nos jours, et qu'on y trouve encore quelques types américains. De ces faits actuellement acquis, nous croyons pouvoir tirer la conclusion que l'affaissement du grand continent miocène que nous avons désigné sous le nom d'Atlantis, fut probablement contemporain du soulèvement des Alpes, et qu'il se prolongea jusqu'à la fin de l'époque dilnvienne. Par ce phénomène, la continuité entre l'Europe et l'Amérique fut rompue ; et tandis qu'à l'époque miocène le monde organique de l'Europe possédait de nombreux types américains, ceux-ci disparurent à l'époque diluvienne. Leur place fut occupée par les espèces de plantes et d'animaux qui sont venus de l'est et qui composent en majeure partie maintenant la flore et la faune de nos plaines, tandis que les Alpes reçurent de nombreux immigrants d'origine scandinave qui font actuellement partie intégrante de notre flore alpine. La nature organique ne semble pas avoir subi en Amérique un changement aussi prononcé. La flore actuelle de ce continent est beaucoup plus rapprochée de la flore miocène, et non-seulement du miocène américain, mais aussi de celui d'Europe. La forme du continent américain qui s'étend dans les denx hémisphères et qui se compose d'immenses territoires qui n'ont plus été envahis par la mer depuis des temps très-reculés, devait être bien plus favorable à la conservation des types tertiaires que la petite Europe aux contours si découpés. Ici, ces types furent en grande partie détruits. Un certain nombre d'entre eux se sont cependant conservés dans la zone méditerranéenne, et

* Dans cette question, l'analogie des espèces a une bien autre portée que celle des genres ; c'est ce que le professeur Olivier semble avoir oublié dans son traité : The Atlantis hypothesis in its botanical aspect. Natur. h. review, 1862.

sont devenus les plantes mères qui lient la flore de cette zone avec la flore tertiaire.

Le continent atlantique, dont nous venons de supposer l'existence en la basant sur les faits que nous avons exposés, est-il le même que l'Atlantis légendaire des Grecs? La solution du problème dépend de cette question : L'homme existait-il à l'époque diluvienne? Nous avons vu plus haut (p. 676) que ce fut sans aucun doute le cas pour l'époque qui succéda immédiatement à la seconde période glaciaire. — Il se peut donc parfaitement que l'homme ait habité l'Atlantis aussi bien que la France et l'Angleterre; dès lors, le remarquable récit de Platon dans : « Timée et Critias » prend un nouvel intérêt. Cette histoire racontait, d'après la tradition des prêtres égyptiens, que dans les temps les plus reculés on avait découvert au delà des colonnes d'Hercule (détroit de Gibraltar) une île plus grande que l'Asie et la Lybie réunies, habitée par un peuple fort puissant et couverte d'une riche végétation; on y rencontrait une foule de grands Éléphants et une faune très-riche; mais plus tard des tremblements de terre et des flots énormes engloutirent l'île. Platon a poétiquement embelli cette obscure et antique légende, mais il est probable qu'elle est fondée sur de grands événements géologiques qui durent se produire à la fin de l'époque diluvienne.

Pendant cette même période, ce ne fut pas seulement l'ouest de l'Europe qui devint le théâtre de grandes modifications, mais encore l'est et le sud. Nous avons déjà mentionné la mer saharienne; la Méditerranée ne reçut sa physionomie actuelle que pendant l'époque diluvienne. Toute la lisière des côtes du nord de l'Afrique a un caractère sud-européen qui nous indique que la séparation de l'Europe d'avec l'Afrique par la Méditerranée n'eut lieu que lorsque la nature eut pris son cachet actuel, ou du moins, ce caractère nous montre que la séparation dont il s'agit n'avait pas à cette époque le même caractère qu'aujourd'hui.

Pendant l'époque miocène, la Grèce était à l'est réunie à l'Asie Mineure (p. 342). Il survint alors un affaissement considérable qui rompit le trait d'union entre l'Europe et l'Asie; les nombreuses îles grecques ne sont

que les restes de ce vaste pays. Ce phénomène se produisit probablement à une époque contemporaine de l'homme et donna lieu plus tard parmi les anciens peuples à des légendes sur le déluge.

Ce qui précède nous permet d'envisager la période diluvienne comme orageuse et pleine de bouleversements. Durant son cours, plusieurs modifications climatériques se produisirent et exercèrent une grande influence sur la constitution de la flore et de la faune. Quoique le relief principal de notre pays fût fixé et que nulle part la mer n'envahît le cœur de l'Europe, les énormes masses d'eau qui provenaient d'une active condensation et qui donnèrent naissance à de puissants glaciers, les inondations produites par la fonte de ces glaciers, les relèvements et les affaissements qui modifièrent encore souvent les limites de cette partie du monde, tout cela dut contribuer à imprimer à cette époque un caractère très-particulier. On l'a bien définie en l'appelant la « période des inondations. » Aussi longtemps qu'a prévalu l'opinion que l'homme n'a commencé à paraître qu'après l'époque quaternaire, il n'a pas été possible de faire coïncider l'époque diluvienne géologique avec la légende des déluges chez les peuples anciens; on plaçait le Diluvium dans des temps antérieurs à l'apparition de l'homme. Mais si l'origine de l'homme devait remonter si haut dans l'histoire de la terre, il aurait été, dans ce cas, contemporain de ces temps si agités et il en aurait été affecté au début même de son existence. Toutefois, cette hypothèse expliquerait le fait que les récits du déluge se retrouvent parmi tous les anciens peuples, chez les sauvages de l'Amérique comme parmi les peuples civilisés de l'antiquité. Ce sont des souvenirs obscurs d'anciens peuples se rattachant à des événements grandioses et réels, mais qui furent poétiquement embellis et adaptés à certaines localités déterminées. Des phénomènes qui peuvent avoir duré des milliers d'années sont résumés en un court espace de temps; en effet, lorsque le poète veut produire une image d'ensemble devant notre âme, il a coutume de rapprocher les événements distants et de les réunir dans un cadre étroit. C'est quand il réussit à

fondre ces grains d'or en un jet harmonieux, qu'il contribue au bien de l'humanité.

Avec l'apparition de l'homme commence un nouveau monde, le monde intellectuel qui ne fait point partie du domaine de nos recherches, puisque le monde primitif n'a pour horizon que les formations antérieures à l'homme. Nous ne pouvons cependant terminer ce chapitre sans rendre hommage à la mémoire des hommes qui, en levant le voile qui recouvrait l'époque glaciaire, ont mis devant nos yeux un des merveilleux épisodes de l'histoire de la terre.

J. Venetz est le premier qui ait démontré l'analogie des blocs erratiques répandus dans la plaine avec ceux des moraines des glaciers. Il exposa cette idée d'abord dans un traité daté de 1821, puis devant la Société suisse d'histoire naturelle, réunie au Saint-Bernard en 1829. Mais c'est Jean de Charpentier qui le premier donna une base scientifique à cette hypothèse par une série de recherches consciencieuses et par une rigoureuse combinaison des faits connus. Elle parut étrange au premier abord, mais elle ne tarda pas à devenir le point de départ d'une théorie qu'ont développée plus tard Agassiz, Desor, Escher, Guyot, Forbes et de nombreux naturalistes; aujourd'hui elle fait partie pour toujours du domaine général* de la science.

* Le premier travail de Charpentier sur les glaciers parut dans les Annales des mines, VIII, et dans les Mittheilungen aus dem Gebiete der theoretischen Erdkunde von Julius Fröbel und Osw. Heer, Zurich, 1836, p. 482 et suiv. sous ce titre: Anzeige eines der wichtigsten Ergebnisse der Untersuchungen des Herrn Venetz über den gegenwärtigen und früheren Zustand der Wallisergletscher; lu à Lucerne à la Soc. helv. des sciences nat., 1834. — Depuis lors, la question des glaciers a donné lieu à une abondante littérature. Comme ouvrages principaux, on peut citer : J. de Charpentier, Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du bassin du Rhône, Lausanne, 1841, et L. Agassiz, Etudes sur les glaciers, Neuchâtel, 1840. Le professeur Mousson a publié un travail plein d'érudition qui résume les recherches faites sur les glaciers actuels : Die Gletscher der Jetztzeit, eine Zusammenstellung und Prüfung ihrer Erscheinungen und Gesetze, Zurich, 1854.

CHAPITRE XIV

COUP D'OEIL RÉTROSPECTIF

La couche terrestre supérieure est formée par la destruction continuelle des montagnes. — Modification du caractère de la nature organique dans les couches inférieures.— Les roches cristallines — La période de transition.— Nature organique de cette période. — Tableau général des périodes et des étages.

Après avoir débuté par les étages qui renferment les débris organiques les plus anciens de notre pays, nous sommes graduellement arrivés à l'époque où l'homme fit son apparition sur la terre; nous jetterons maintenant un coup d'œil rétrospectif en prenant pour point de départ notre monde actuel et en remontant le cours des âges. Les changements apportés peu à peu à notre écorce terrestre ne sautent nulle part aux yeux d'une manière plus imposante que dans nos Alpes. Que nous franchissions cette chaîne par le Julier et la Bernina, par le Splugen ou le Saint-Bernard, par le Saint-Gothard, par les sommités bernoises ou valaisannes, nous trouvons partout des masses énormes d'éboulements qui, par places, couvrent les pentes alpestres et le fond des vallées; elles nous disent que l'influence dévastatrice du temps sur nos montagnes s'opère sans relâche, et que la végétation ne peut pas suivre la destruction des roches en couvrant le sol de son tapis verdoyant.

Les eaux, en se précipitant, ont creusé par places des gorges profondes par lesquelles les torrents portent dans les vallées des masses de pierres

et de terre et y forment de grands cônes. Par ce continuel travail de remblai, les montagnes s'abaissent graduellement. Le sol des vallées s'élève et çà et là les bassins des lacs sont comblés. C'est ainsi que la partie nord du lac de Wallenstadt sera transformée avec le temps en terre ferme. Si au début de l'époque où la Linth y arriva, on avait pris la mesure du pourtour du lac, on pourrait, en la comparant avec la partie actuellement comblée, déterminer l'époque approximative où le lac aura complétement disparu. Un delta s'est formé depuis cinquante ans, il s'agrandit sans cesse et remplit maintenant la partie nord-ouest du lac, de sorte que l'embouchure de la Linth s'avance toujours plus dans l'ancien bassin, tandis qu'il faut allonger incessamment le lit du fleuve et le creuser artificiellement.

Aujourd'hui, toutes les masses rocheuses de nos montagnes qui se désagrégent gisent dans leurs environs ; mais entraînées au loin durant l'époque diluvienne, elles couvrirent le bassin suisse dont quelques parties furent ainsi considérablement exhaussées. Si, par la pensée, nous ajoutons toutes les moraines et tous les gisements de gravier aux montagnes d'où ils proviennent, nous obtenons pour celles-ci une hauteur considérable.

On rencontre les restes de l'homme et de ses ouvrages dans la couche supérieure de la terre, dans les marais tourbeux et dans les tufs qui s'accroissent continuellement. L'homme disparaît complétement déjà dans les graviers diluviens; ces graviers gisent au-dessous du sol qui renferme les restes du peuple des habitations lacustres. Les plantes de cette époque sont encore presque identiques aux nôtres, et la faune ne compte que quelques types étrangers. Quand on fouille la mollasse qui suit immédiatement les graviers, un autre monde se dévoile au regard. De même que les glaciers et les neiges éternelles qui recouvrent la chaîne de nos Alpes d'un manteau blanc, forment pour la vie animale et végétale une profonde ligne de démarcation; de même les glaciers de la première époque diluvienne ont établi une barrière entre la flore et la faune de l'époque tertiaire et celles de l'époque diluvienne.

Les roches mêmes qui renferment leurs débris sont essentiellement différentes. Les gisements diluviens ont consisté principalement en cailloux roulés et en sable formant quelquefois, il est vrai, des masses compactes, mais jamais des roches proprement dites; tandis que les dépôts tertiaires ont contribué pour une bonne part à la construction de nos montagnes.

En descendant plus bas, on rencontre une longue série d'étages superposés qui diffèrent les uns des autres, non-seulement par la nature de la roche, mais aussi par les restes de plantes et d'animaux. L'observateur attentif y découvre tout un monde riche en êtres organisés qui habitèrent autrefois notre terre. Ces débris nous révèlent toutes les périodes qui se sont succédé depuis le déluge jusqu'à la houille.

Au-dessous de l'anthracite qui représente chez nous la houille, viennent les masses de roches cristallines. — Elles forment la partie la plus importante de nos Alpes, et consistent en diverses variétés de granit et de gneiss, de schistes micacés, soit chloritiques soit talqueux, et d'amphibole.

Le quartz, le feldspath et le mica entrent dans la composition du granit et du gneiss; ce dernier se distingue du granit par sa disposition plus ou moins feuilletée. Le mica domine dans le micaschiste; le feldspath y manque complétement, du moins le plus souvent; le chlorite et le schiste talqueux, roches qui sont voisines, se reconnaissent à leur couleur verte et à leur nature molle. Les schistes talqueux sont employés dans quelques endroits pour la fabrication de poteries et de poêles. Les masses amphiboliques qui se rencontrent principalement sur les pentes méridionales des Alpes se distinguent par la variété noire de l'amphibole.

On observe aussi par place la serpentine et le gabbro dont se compose une partie des montagnes du Valais, d'Uri et des Grisons. — Ces roches ne renferment aucun vestige de pétrifications et ne présentent aucun indice de vie organique. Ce n'est donc pas à tort qu'on les a appelées *Roches primitives*. Elles ont préparé le sol sur lequel devait apparaître plus tard le monde organique.

Un coup d'œil jeté sur la carte géologique nous révèle quelle impor-

tance considérable les roches cristallines ont eues pour notre pays. Elles forment les plus hautes montagnes de la Suisse et le noyau des Alpes centrales autour desquelles viennent se grouper, au nord et au sud, les roches jurassiques et crétacées, celle de l'époque éocène et de la miocène.

Nous les trouvons aussi dans le bassin mollassique de notre pays, mais à de grandes profondeurs. Elles affleurent à Laufenbourg, au nord de la Suisse. Le gneiss de Laufenbourg est en connexion avec celui des roches cristallines de la Forêt Noire qui sont entourées, elles, d'une ceinture de roches triasiques et jurassiques; on rencontre par place, sur le bord de ces roches, un conglomérat qui provient évidemment de la décomposition du gneiss.

Chez nous, les schistes anthracitifères reposent immédiatement au-dessus des roches cristallines, et doivent, par conséquent, être considérées comme les restes organiques les plus anciens que nous connaissions. Mais nous savons aussi par la composition des montagnes d'autres pays qu'entre la formation des montagnes primitives et l'époque carbonifère il s'est écoulé une longue période qu'on a désignée sous le nom de période de transition.

La présence des roches de cette période de transition a été signalée principalement en Allemagne, en Bohême, en Russie, en Suède, en Angleterre et en Amérique ; cette période se divise en trois formations : le cambrien, le silurien et le dévonien. Ces formations acquièrent par place une grande importance et se composent surtout d'argile schisteuse, de brèche (grauwacke) et de calcaire. — Les plus anciens étages, c'est-à-dire le cambrien et le silurien, ne renferment que des organismes marins. En fait de plantes, on en a reconnu environ une vingtaine d'espèces qui semblent toutes appartenir aux Algues. On peut considérer ces plantes comme les premières manifestations de la vie organique sur notre globe. On n'est pas encore bien fixé sur la nature précise de l'Oldhamia et du Murchisonites. — Quant aux animaux, ce sont de petits Brachiopodes et Trilobites qui apparaissent les premiers dans les couches les plus élevées

du cambrien ; dans le silurien, ils revêtent une grande quantité de formes ; les mêmes espèces à peu près se rencontraient dans l'extrême Nord et sous les latitudes méridionales, dans le nord de l'Amérique et en Europe aussi bien qu'en Chine. Les Trilobites, qui sont les premiers animaux articulés connus et qui appartiennent aux Crustacés, ont déjà disparu dans le calcaire carbonifère, tandis que les Brachiopodes ont persisté jusqu'à nos jours. Un genre, le Lingula, dont une espèce vit dans les sables des côtes des Tropiques, se trouvait même déjà dans les mers de l'époque cambrienne : il nous révèle ainsi, que quelques types d'animaux ont traversé tous les âges de notre globe. Cependant la plupart des Brachiopodes de la période de transition sont complétement étrangers au monde actuel. — Avec les Brachiopodes apparaissent les Céphalopodes, qui sont les Mollusques les plus abondants des mers primitives. Leurs coquilles, qui sont droites ou enroulées, ont des cloisons intérieures analogues à celles des Nautiles. Cette classe présentait, déjà à l'époque silurienne, une grande richesse d'espèces. Les Coraux apparaissent aussi à la même époque. Ils prenaient déjà, dans ces temps reculés, une part active à la formation de la croûte solide de notre globe ; ils construisaient leurs bancs où de nombreuses Étoiles de mer, un Oursin d'une organisation fort simple et des Éponges venaient se fixer. Les Poissons apparaissent pour la première fois dans les couches supérieures du silurien ; dans le dévonien supérieur, ils présentent déjà un nombre assez considérable d'espèces. — Toutes leurs formes s'écartent beaucoup des formes actuelles, et appartiennent en partie à des familles caractéristiques de la période de transition, ainsi, les Céphalaspides ; leurs énormes écailles osseuses couvraient comme d'un casque et d'une cuirasse leur tête et leur corps pour les protéger. Ils ont un aspect si étrange qu'on les a pris tantôt pour des Tortues, tantôt pour des Limules et même pour des Coléoptères aquatiques géants.

Les terrains de transition n'ont fourni jusqu'ici aucun reste d'animaux terrestres ; la flore terrestre, au contraire, s'annonce déjà dans la formation dévonienne. Cependant les espèces sont peu nombreuses et ont de

l'analogie avec celles de la flore carbonifère. Les Monocotylédones et les Dicotylédones manquent complétement, et les Gymnospermes y sont si faiblement représentées et s'éloignent tellement de toutes les espèces vivantes, que leur place dans le système est encore douteuse. La plupart de ces plantes appartiennent aux Cryptogames vasculaires; comme dans la formation houillère, ce sont les Fougères, les Lycopodes et les Prêles qui formaient la végétation des îles de cette mer primitive. Les Fougères donnent des espèces appartenant aux genres Sphenopteris, Cyclopteris et Odontopteris. Parmi les Lycopodes on trouve des Lepidodendron. Les Prêles offrent un certain nombre de types particuliers dont Unger a fait des genres, et même des familles spéciales; mais, comme cette détermination n'est basée que sur quelques restes de tiges, on ne peut se former une idée bien nette de leur port.

Quoique les gisements de la période de transition manquent à notre pays, ou que du moins ils n'aient pas encore été signalés avec certitude *, nous devons cependant les faire entrer en ligne de compte si nous voulons donner un aperçu général des périodes principales de notre écorce terrestre.

Le tableau ci-contre les présente dans leur ordre.

Si les dépôts des roches que nous avons reconnues s'étaient produits tranquillement et sans dérangement, nous les trouverions dans la succession que nous avons indiquée. Mais nulle part on ne rencontre ces différents étages se succédant régulièrement et sans interruption. En réalité, quelques-uns seulement ont conservé leur position première parce que des révolutions considérables ont à plusieurs reprises tellement bouleversé et modifié les stratifications primitives, qu'il a fallu aux géologues de longues années de travail pour reconnaître la succession naturelle des diverses formations. Ces révolutions et les phénomènes qui les

* Le professeur Studer pense (Geologie der Schweiz, I, p. 346) que les schistes gris qui entourent le massif central du Vorarlberg et traversent les Grisons jusqu'à Ortles doivent appartenir à la période de transition, car en Styrie on a trouvé dans des roches analogues des animaux siluriens et dévoniens.

TABLEAU GÉNÉRAL

Époques principales	Périodes.	Étages.	
Formation actuelle.			
Quaternaire ou diluvienne.	Quaternaire.	Postglaciaire.	
		Deuxième étage glaciaire.	
		Interglaciaire	2. Cailloux roulés. 1. Charbons feuilletés.
		Premier étage glaciaire.	
Tertiaire.	Tertiaire.	Pliocène manquant en Suisse.	Crag de Norwich. Crag rouge (red-crag). Crag corallien.
		Mollasse miocène.	Miocène supérieur — Oeningien. Miocène moyen — Helvétien. Miocène inférieur — 3 Mollasses grises. » » 2 Lignites inférieurs. » » 1 Tongrien.
		Éocène.	Supérieur. Moyen. Inférieur.
Secondaire.	Craie.	Supérieure.	Danien. Sénonien. Turonien. Cénomanien.
		Moyenne.	Gault.
		Inférieure.	Aptien. Urgonien. Néocomien. Valangien.
	Jura.	Blanc.	Supérieur. Portland. Kimmerid. (Purb.) Moyen. Corallien. Inférieur. Oxfordien.
		Brun.	Supérieur. Callovien. Moyen. Bathonien. Inférieur. Bajocien.
		Noir. Lias.	Supérieur. Toarcien. Moyen. Liasien. Inférieur. Sinemurien.
	Trias.	Keuper. Calcaire coquillier. Grès bigarré.	
Primaire.	Houilles.	Charbons supérieurs (Permien). Charbons moyens. Charbons inférieurs.	
	Montagnes de transition pas encore signalées en Suisse.	Dévonien. Silurien. Cambrien.	
Terrains primitifs.			

ont accompagnées ont complétement changé l'aspect de notre pays et lui ont donné sa forme actuelle.

Nous avons déjà parlé plus d'une fois de ces révolutions. Nous allons maintenant réunir tous les faits que nous avons signalés et les examiner de nouveau, autant du moins que cela sera nécessaire pour comprendre la configuration actuelle de notre pays. Cette étude va faire l'objet du chapitre suivant.

CHAPITRE XV

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LE DÉVELOPPEMENT

ET LA

TRANSFORMATION DE LA NATURE EN SUISSE

I. PARTIE. LA NATURE INORGANIQUE

Formation des montagnes et des vallées par les relèvements et les affaissements du sol, par les érosions et les glaciers. — Le climat de divers âges du monde.

I. RELÈVEMENT ET AFFAISSEMENT DU PAYS

Faits sur lesquels se base la théorie de profonds changements de niveau du sol. — Leurs causes. — Leurs forces. — Stratification de nos montagnes. — Formation des montagnes, des vallées et des lacs. — Leur influence sur la répartition des mers et de la terre ferme. — Phases de relèvement et d'affaissement. — Durée des périodes géologiques.

Vidi ego, quod fuerat quondam solidissima tellus,
Esse fretum : vidi factas ex æquore terras ;
Et procul a pelago conchæ jacuere marinæ.
(Met. XV, 262.)

Ces vers d'Ovide, souvent reproduits, nous disent que déjà dans l'antiquité la présence de coquilles marines dans l'intérieur des pays fit deviner qu'une alternance de la terre ferme et de la mer avait eu lieu dans les mêmes localités. — Les nombreux restes marins trouvés dans notre Suisse nous prouvent combien ces inductions étaient justes, car

nous avons vu que les organismes marins se rencontrent non-seulement dans les plaines, mais encore sur les plus hautes Alpes. Il n'y a que deux manières d'expliquer leur présence dans ces parages : ou bien, à une certaine époque, la mer s'éleva jusqu'à ces hauteurs ; ou bien les montagnes ont été soulevées et sont parvenues au niveau actuel. On admit, à l'origine, la première solution. On supposait l'existence d'une mer primitive ayant recouvert tout le pays jusqu'aux sommités les plus élevées. Pour qu'une pareille hypothèse fût admissible, il faudrait supposer que la terre avait alors un diamètre beaucoup plus considérable, ce qui est fort improbable ; de plus, on ne saurait où seraient allées ensuite les incroyables masses d'eau nécessaires à cette submersion. Il est beaucoup plus probable que le niveau de la mer n'a jamais été sensiblement plus éloigné du centre de la terre qu'aujourd'hui, et que, par conséquent, ce niveau représente une surface sphérique à laquelle peuvent être rapportés les dépressions et les exhaussements de la croûte terrestre. Ces phénomènes continuent de nos jours, et nous permettent, par conséquent, de penser qu'ils ont pu se produire alors. Nous rappelons ici qu'à propos du relèvement des côtes de Norwége, nous avons dit (p. 649) que celles du Devonshire avaient aussi été exhaussées à une époque relativement récente ; car, à Torkay, on peut voir une zone paléontologique qui s'élève considérablement au-dessus du niveau de la mer et qui renferme des animaux vivant encore dans cette mer. Sur les côtes du Chili, il s'opère un relèvement beaucoup plus considérable ; car, à plusieurs centaines de pieds au-dessus de la mer, elles présentent des restes d'animaux marins de notre époque. Ces relèvements peuvent s'étendre à des continents entiers et sont appelés alors *continentaux* ; ou bien ils n'ont lieu que dans quelques localités ou dans quelques directions et reçoivent le nom de *partiels*. Sans aucun doute, les affaissements sont en relation directe avec les relèvements. Ces affaissements peuvent aussi avoir un caractère général. Souvent ils se sont étendus à des continents entiers qui furent envahis par la mer ; ils sont partiels lorsque certaines contrées seulement ont été submergées. Ces changements plus ou moins considérables dans le niveau

partiel de la terre ont été produits par des dislocations intérieures de la croûte terrestre. Du reste, la science n'a pas encore pu déterminer d'une manière définitive les causes des relèvements et des affaissements qui ont donné à la terre sa physionomie actuelle. Les hypothèses qu'on a avancées pour expliquer les grandes révolutions terrestres sont liées à des systèmes sur la formation et l'état primitif de la terre. La dispute qui dure depuis 2000 ans, sur la question de savoir le plus ou moins de part qu'ont prise l'eau et le feu à cette formation, n'est pas encore réglée.

L'état sphérique de notre planète, son aplatissement aux pôles et le renflement que présentent les localités équatoriales, nous obligent d'admettre qu'elle a traversé une période pendant laquelle elle était fluide ou molle; on en a conclu qu'il fut un temps où elle était à l'état de liquide igné. On s'est arrêté d'autant plus volontiers à cette hypothèse, que la chaleur terrestre augmente à mesure qu'on se rapproche du centre. A 60 ou 80 pieds de profondeur, l'influence de la chaleur solaire cesse; la même température y règne toute l'année et elle est égale à la température moyenne de la localité. Si l'on descend plus avant, la température augmente en moyenne d'un degré centigrade par 100 pieds. Les observations sur l'augmentation de la chaleur intérieure de la terre se sont arrêtées, il est vrai, à 2000 pieds de profondeur environ, en sorte que, pour évaluer la température de profondeurs plus considérables, on est livré à de pures hypothèses; cependant on connaît des sources dont la température égale celle de l'eau bouillante. D'autre part, les volcans rejettent des masses de lave ignée; il n'est donc pas permis de douter qu'une température extraordinairement élevée ne règne au foyer d'origine de ces masses incandescentes. Si au-dessous de 2000 pieds la chaleur augmente dans la même proportion que jusqu'à cette profondeur, nous aurions pour 9000 pieds la chaleur de l'eau bouillante; pour 100000 pieds une chaleur de 1000 degrés qui fondrait beaucoup de pierres, et à 200000 pieds, elles seraient toutes liquéfiées.

Les partisans de la théorie du feu, les *Plutonistes*, pensent d'après cela que l'intérieur de la terre consiste en une masse de lave en fusion et

ils rattachent à ce phénomène l'origine des sources chaudes et les manifestations volcaniques. D'après ces données, on peut aisément supposer qu'autrefois toute la terre était dans un état de liquéfaction ignée, et que peu à peu, en se refroidissant dans l'espace, elle se couvrit d'une couche solide où les minéraux se durcirent dans un ordre déterminé et suivant le degré de température nécessaire à leur fusion.

Dès que l'abaissement de la température fut assez considérable pour que l'eau pût séjourner à la surface du globe et former la mer, alors commença la formation des roches stratifiées par le dépôt d'une masse de matériaux qui, allant au fond, s'y accumulèrent sous forme de bancs et d'assises. De temps à autre, il se fit des crevasses à l'écorce terrestre et les masses siliceuses en fusion brisant et même renversant les dépôts stratifiés, se firent jour au travers et constituèrent les montagnes immenses qui occupent la Suisse centrale. Sous l'influence des masses qui sortirent ainsi, les roches environnantes furent modifiées à plusieurs égards et devinrent ce qu'on a appelé les *roches métamorphiques*. Peut-être aussi celles qui étaient immergées, s'affaissant à de grandes profondeurs, subirent-elles quelques modifications par l'élévation de la température et sortirent-elles plus tard sous des formes diverses.

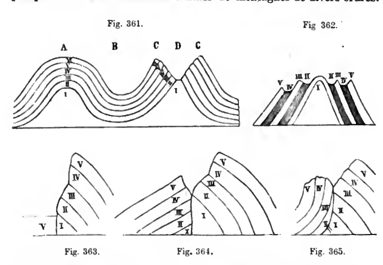
C'est ainsi, d'après la plupart des géologues de notre temps, que les montagnes se sont formées.

Les *Neptuniens* ont une autre théorie. Ils nient la liquéfaction ignée du noyau terrestre; la haute température de l'intérieur de la terre serait, d'après eux, le résultat de combinaisons chimiques qui se poursuivent actuellement et qui ont à leur tour pour résultat la création de la chaleur. Il y a dans les roches, prétendent-ils, de continuelles modifications, et la matière ne se repose jamais. A peine une combinaison est-elle achevée qu'elle se décompose pour se recomposer autrement. Les substances peuvent perdre de leur masse (ainsi par l'érosion); elles se crevassent alors, s'émiettent ou s'associent d'autres substances amenées par les eaux, ou bien encore elles prennent l'état cristallin, transformation par laquelle leur volume s'accroît considérablement. Lorsque ce phénomène

a lieu, les masses se gonflent pour former des montagnes qui sortent des profondeurs et font sauter la croûte qui les recouvre. La cause des soulèvements se trouverait dans les modifications lentes et graduelles des masses qui, en augmentant ainsi leur volume, produiraient les montagnes. On ne peut nier que de semblables phénomènes n'aient eu lieu dans la nature et n'aient concouru à la formation de nos montagnes; seulement ce mode ne suffit pas pour expliquer toute une série de faits tels que la nature sphérique du globe, l'accroissement de la chaleur à l'intérieur, les éruptions volcaniques et la température plus élevée et plus uniformément répartie des premiers âges de la terre, etc.

Tandis que les causes des soulèvements ont encore beaucoup de côtés obscurs, les modifications qu'ils ont amenées dans la configuration du sol se révèlent à nous par d'innombrables exemples. La variété de forme des vallées et des montagnes est si considérable qu'il est difficile de se rendre compte de leur formation. Lorsqu'une pression est exercée de bas en haut sur une couche horizontale, celle-ci plie en arc autant du moins que le permettra l'élasticité de l'objet qui y est soumis. L'effet de cette pression s'accusera sur le sol par une ligne ondulée, c'est-à-dire par des parties bombées alternant avec des dépressions à pentes plus ou moins douces, telles qu'en peut donner l'idée un morceau de papier ou de drap soumis à une pression semblable. Si cette pression s'exerce sur plusieurs couches superposées, et que ces couches se prêtent au relèvement sans rupture, il y aura une *voussure entière* (fig. 361 A). Mais il est très-fréquent aussi que les couches supérieures se rompent à un ou plusieurs endroits, par suite de la violence de la pression, c'est alors une *voussure ouverte*. Il s'est formé ainsi une vallée par rupture (fig. 361 D) dont les parois latérales se relèvent en *crêts* (fig. 361 C); mais la correspondance des couches, quoique rompues, restera nettement accusée. Plus tard, cette vallée par rupture pourra être élargie, ce qui arrive souvent, soit par des érosions, soit par des dislocations. Cet élargissement de la rupture des couches supérieures mettra à jour les couches inférieures non rompues de la même voussure (fig. 362 I). Lorsque la voussure s'élève en

dôme (comme au Weissenstein et au Blauenberg), elle est entourée d'une vallée, à peu près comme une place forte est entourée d'un fossé et d'un parapet. Nous avons ainsi des chaînes de montagnes de divers ordres.



Profils de coupes de montagnes. — Fig. 361 A. Voussure entière ; B. Vallon ; C, C. Crêts ; D. Voussure ouverte ; vallée par rupture ; I. Roches primitives ; II. Houilles ; III. Trias ; IV. Jura ; V. Craie ; VI. Tertiaire. — Fig. 362. Voussure dénudée ; I. Trias (voussure) ; II. Lias (combe liasique) ; III. Jura brun (crêt) ; IV. Jura blanc inférieur (combe oxfordienne) ; V. Jura blanc supérieur ; chaîne de troisième ordre. — Fig. 363. Chaîne à un seul rang. — Fig. 364. Chaîne à deux crêts. — Fig. 365. Chaîne à bords redressés.

Celles qui sont voûtées en dômes (voussure entière) ont été appelées par Thurmann : *Chaînes de premier ordre;* celles qui sont formées par les crêts d'une rupture simple de la voûte : *Chaînes de second ordre* et *de troisième* ou *de quatrième ordre* selon que la voussure mise à nu est entourée de deux ou plusieurs formations* (fig. 362). Dans tous les cas, nous avons sur les deux côtés de la montagne soulevée une série régu-

* Thurmann subdivisait le Jura en 160 chaînes, dont : 30 de premier ordre (ex. : Salève, Dôle) ; 80 de second ordre (Chasseron, Blauenberg) ; 40 de troisième ordre (Geissfluh, Lägern) ; et 12 de quatrième ordre (Passwang, Geissfluh). Il compte 100 vallons et 19 cluses. — Voy. son résumé des lois orographiques générales du système des monts Jura dans les Mém. de la Soc. helv. des sc. nat., 1863.

lière de toutes les assises des formations supérieures; les couches de même âge correspondent ou du moins sont en connexion non interrompue dans l'intérieur de la chaîne.

On remarque dans une seconde classe de soulèvements une interruption complète de la roche sur toute l'épaisseur des couches, et la correspondance des couches de même ordre (âge) dans les deux chaînes est complétement détruite. Ce mode de soulèvement a été également soumis à diverses modifications. Tantôt l'un des bords seulement a été soulevé, tandis que l'autre a conservé, ou à peu près, sa position primitive; souvent le premier se trouve à plusieurs milliers de pieds au-dessus du second (fig. 363). De cette manière, les plus vieilles assises peuvent se trouver en contact avec les couches récentes. Tantôt, les deux bords ont été relevés, mais inégalement (fig. 364), les couches alors ne concordent plus; les bords sont ou relevés (fig. 365), ou intervertis; ou bien encore les couches ont glissé les unes sur les autres, d'où il suit que les dépôts les plus jeunes se trouvent au-dessous des plus anciens. Les crevasses de roches plongeant profondément dans l'intérieur de la terre laissent parfois s'échapper de l'eau qui arrive à la surface avec une température très-élevée. — Le professeur Mousson* a reconnu que les sources chaudes de Baden et de Schinznach se trouvent sur la ligne d'une rupture de rochers; le même fait a été constaté pour les eaux chaudes d'Aix en Savoie.

Cette disposition dans la stratification de nos montagnes est intimement liée à celle des vallées. Les ondulations des montagnes formées par un relèvement sont nommées *vallées longitudinales;* elles sont appelées *vallon* ou *val* (fig. 361 B) si elles se trouvent entre les dômes; *vallées de rupture* (fig. 361 D) si elles sont formées par la rupture de la voussure d'un dôme; on les nomme *combes* (fig. 362, II, IV) si elles sont formées par des têtes de couches rompues dans la même direction; les *cluses*

* Mousson, Ueber die natürlichen Verhältnisse der Thermen von Aix. Denkschriften, 1847, und Geologische Skizze der Umgebungen von Baden, 1840.

fermées et à nu, d'autres rompues, enfin les vallons et les combes qui les entourent.

Çà et là la chaîne de montagne est interrompue par des cluses dont la formation intérieure a été mise à jour; c'est ce qu'on voit par exemple entre Moutiers et Soyhière. Ces cluses nous montrent que le keuper forme le noyau de la montagne, et qu'au-dessus de lui viennent le lias, le jura brun et le blanc. Dans le vaste vallon de Delsberg, les couches de jura blanc sont recouvertes de bohnerz éocène et de mollasse qui s'étend aussi sur le sol de la vallée de Moutiers.

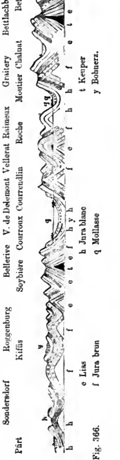


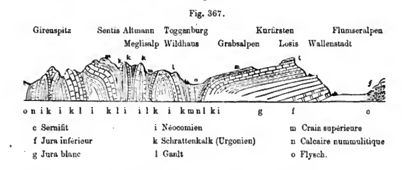
Fig. 366.

2. Un second exemple très-instructif est fourni par la coupe du lac de Wallenstadt, à Appenzell (Studer, Geol. der Schweitz, II, p. 193). Déjà aux Kurfirsten, les couches jurassiques et les crétacées sont dérangées; mais, dans les Alpes d'Appenzell, elles sont tellement tourmentées que ce n'est qu'après plusieurs années de recherches infatigables qu'A. Escher de la Linth est arrivé à dénouer ce nœud gordien.

Le profil (fig. 367) nous offre six voussures pressées les unes contre les autres; elles sont par place tellement redressées que leurs parois semblent parallèles jusqu'au sommet. Elles sont fendues pour la plupart jusqu'à la craie inférieure (néocomien); le sommet le plus élevé (Sentis, 2504 m.) est formé par la craie supérieure (sewerkalk). Les formations les plus jeunes faisant partie de ce système de montagnes sont le calcaire nummulitique et le flysch.

3. La complication des couches est encore plus

Fig. 367.

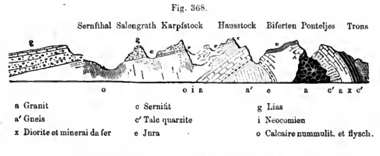


c Sernifit
f Jura inférieur
g Jura blanc
i Néocomien
k Schrattenkalk (Urgonien)
l Gault
m Craie supérieure
n Calcaire nummulitique
o Flysch.

prononcée dans le canton de Glaris, comme on peut s'en convaincre en jetant un coup d'œil sur le profil de Flums à Trons (fig. 368) (Stud., Geol., I, p. 423).

Nous avons ici, dans le Sernfthal, la formation du flysch dont nous avons parlé plus haut (p. 296) et qui s'élève depuis le fond de la vallée jusqu'à plusieurs milliers de pieds. Au-dessus se trouve un banc calcaire appartenant au jura (Gantstock et Kärpf); plus haut encore, on rencontre de grandes masses de sernifit qui forment presque tous les sommets

Fig. 368.



a Granit
a' Gneis
x Diorite et minerai de fer
c Sernifit
c' Talc quarzite
e Jura
g Lias
i Néocomien
o Calcaire nummulit. et flysch.

du Freiberg. Le sernifit se voit au contraire près du lac de Wallenstadt, ainsi qu'au Glärnisch, au-dessous des plus anciennes couches du calcaire. Même en admettant que le sernifit a été poussé jusqu'à la hauteur qu'il a atteinte, et qu'il s'est fait jour à travers le flysch et le calcaire en les jetant de côté pour les recouvrir ensuite, on ne pourrait comprendre comment les bancs de calcaire jurassique se trouvent au-dessus du flysch,

et il faudrait supposer un immense glissement des vieilles masses sur les jeunes. On peut faire la même hypothèse pour le Glärnisch dont le pied est formé de calcaire nummulitique au-dessus duquel la formation jurassique et la crétacée étendent leurs couches régulièrement et en partie horizontalement.

Ces relèvements et ces affaissements ont exercé une grande influence non-seulement sur le relief de notre pays, mais aussi sur la distribution des eaux. Cette influence se fait déjà sentir dans la direction donnée aux eaux courantes et à leur réunion sous forme de lacs. Mais c'est surtout la répartition générale de la terre ferme et des eaux qui en a dépendu. Lorsque le pays fut relevé au-dessus du niveau de la mer, l'eau s'écoula; mais au premier affaissement elle revint. Nous avons déjà discuté cette distribution de la terre ferme et de la mer pour plusieurs époques du globe. Les petites cartes du jura moyen (fig. 97, p. 200), de la craie (fig. 98, p. 209) et de l'étage helvétien de la mollasse (fig. 154, p. 342), doivent en faciliter l'intelligence. En rapprochant ce que nous avons dit à leur sujet, nous comprendrons comment ces transformations se sont opérées peu à peu, et comment notre Suisse est graduellement sortie de la mer. Il ne faut pas perdre de vue qu'à une époque antérieure, il y eut probablement une forte dépression du sol entre l'île de la Forêt-Noire et celle des schistes anthracitifères (îles carbonifères); cette dépression s'accentua à partir du Jura jusque dans la direction des Alpes actuelles; elle atteignit par conséquent son maximum vers le sud. Lorsque le pays se releva, l'eau saumâtre et la terre ferme se formèrent du côté du Jura plutôt que le long des Alpes. Dans cette dernière localité, on voyait encore une lagune marine pendant la transition de l'époque jurassique à l'époque crétacée et durant la période éocène, tandis que la chaîne du Jura était à sec. D'autre part, c'est chose remarquable que la mer helvétienne miocène n'ait pas envahi le territoire alpin, mais bien le Jura où elle laissa des dépôts, par exemple à la Chaux-de-Fonds et au Locle. Il a donc fallu qu'après la formation du flysch, le pays alpin se soit relevé plus que le jurassien, et cela jusqu'à l'époque où la mer helvétienne

recouvrit les bas-fonds, où la formation éocène alpine émergea et où celle du Jura fut sous l'eau; la première est cependant un produit de l'eau de mer et la seconde, au contraire, de l'eau douce. Ces rapprochements nous montrent en même temps que nous ne devons pas expliquer ces faits par une crue ou un abaissement de la mer, mais plutôt par le relèvement du pays, car dans la première hypothèse, le Jura et les Alpes eussent été traités de la même manière.

Pour déterminer les époques pendant lesquelles les relèvements et les affaissements de nos montagnes ont eu lieu, il est nécessaire d'étudier la situation respective des couches qui les composent.

A Utznach, les charbons feuilletés gisent dans une position horizontale sur la mollasse relevée perpendiculairement (voy. p. 598, fig. 329); il est donc clair que le redressement de la mollasse a précédé le dépôt de ces charbons. Partout donc où nous rencontrerons une semblable discordance, nous pourrons en conclure que de grands changements ont eu lieu dans l'intervalle qui sépara les deux formations. Dans les endroits où les couches d'âge différent se suivent dans l'ordre naturel, il n'y aura eu aucun relèvement local ou partiel, quoiqu'un relèvement général ait fort bien pu s'opérer. Si de deux couches superposées, l'une renferme des animaux d'eau douce, et la supérieure des animaux marins, nous devrons en conclure qu'à l'époque de la formation de la première, le pays se trouvait au-dessus du niveau de la mer, mais qu'il s'est abaissé au-dessous pendant la seconde, et cela lors même que le gisement serait régulier et uniforme.

La succession alternante des dépôts d'eau douce et de ceux d'eau de mer, ainsi que la comparaison des couches discordantes, nous indiquent qu'à diverses époques il y eut des changements de niveau qui eurent une grande influence sur la configuration du pays.

Les schistes anthracitifères, avec leurs plantes terrestres, sont recouverts dans plusieurs endroits (Petit-Cœur) par des couches marines de lias; il faut, par conséquent, qu'elles aient été sous la mer pendant l'époque liasique. Ceci nous prouve qu'il s'opéra, du moins dans cette loca-

lité, un affaissement depuis la période carbonifère. A partir de l'époque triasique, le nord de la Suisse s'est relevé, car le keuper vient après les dépôts marins du muschelkalk (p. 58). Ce relèvement dura jusqu'aux couches moyennes de Schambelen du lias inférieur qui représentent son maximum (p. 82); alors commença l'affaissement du pays; il dut être assez rapide, car nous voyons qu'immédiatement au-dessus de la formation d'eau douce de Schambelen viennent des couches marines qui renferment les mêmes espèces d'animaux que les gisements marins situés plus bas. Cet affaissement dura jusqu'au jura blanc. Pendant qu'il se formait, il s'opéra de nouveau un relèvement progressif du sol qui atteignit son maximum à la fin de la période jurassique. La chaîne entière de notre Jura sortait alors de la mer de l'est à l'ouest et demeura à sec. Mais nous avons démontré plus haut (p. 203, 204) qu'il y eut pendant cette longue période plusieurs changements de niveau et qu'on peut reconnaître plusieurs relèvements et dépressions. Le résultat final fut un relèvement qui s'opéra aussi en France, en Allemagne et en Angleterre et qui peut être considéré comme continental. Son point maximum coïncida avec l'étage wealdien. Cependant une dépression eut lieu alors. Déjà pendant le valangien, la mer envahissait encore une fois le sud-ouest de la Suisse; le point maximum de cette dépression tomba au milieu de l'époque crétacée. Au commencement du crétacé supérieur, le pays recommence à se relever; la mer disparaît du domaine jurassien qui se trouva ainsi à sec pendant toute la durée de l'époque éocène (voy. p. 315 et suiv.). Ce relèvement dura jusqu'à la fin de l'aquitanien (époque miocène); la mer se retirait alors aussi du territoire alpin, ne laissant que quelques lagunes, qui se transformèrent bientôt en lacs d'eau douce, en sorte que lorsque le relèvement eut atteint son point maximum, la mer s'était complétement retirée de notre pays. Pendant cette dernière longue période de relèvement, il dut s'en produire un partiel dans la direction des Alpes; il eut lieu après le dépôt des roches nummulitiques et du flysch, et mit pour toujours les Alpes à l'abri des envahissements de la mer. D'autre part, durant l'époque tongrienne, le nord-ouest de la Suisse

subit une dépression à la suite de laquelle la mer s'avança jusqu'à Bâle, Porrentruy et Delsberg. Une dépression continentale commença à l'époque de la formation de la mollasse grise et atteignit son maximum pendant l'étage helvétien. Les bas-fonds de notre pays furent occupés de nouveau par la mer. Après cette dépression, le continent se releva encore; ce fut l'époque des lignites supérieurs ou des étages œningiens. Tout le pays émergeait alors; les masses de sable et de cailloux que les eaux avaient amenées durent faciliter ce mouvement. Le dernier relèvement eut lieu plus tard, après que les différents étages de notre mollasse eurent été déposés. Ce dernier relèvement fut le plus important de tous et donna à notre pays sa physionomie actuelle. Comme les dépôts de mollasse horizontaux sont relevés dans le voisinage des Alpes, et que le long de cette chaîne ils sont non-seulement relevés en forme de toit * (voy. p. 332), mais que, sur de vastes étendues ils plongent même sous des gisements plus anciens, il n'y a pas de doute que le relèvement de la chaîne alpine commença après la mollasse. Puisqu'il était achevé à l'époque des charbons feuilletés, il dut nécessairement avoir lieu durant le pliocène. Pendant ce temps, il se faisait de grandioses transformations dans la physionomie orographique de notre pays. — Les masses cristallines qui, déjà à l'époque carbonifère, formaient probablement une île, subissaient alors une pression énorme partant de l'intérieur de la terre et se trouvaient poussées à d'immenses hauteurs. Ces masses cristallines, entourées pendant le cours des siècles comme d'un manteau par les dépôts stratifiés, brisèrent ceux-ci et les plièrent par une pression latérale en de hautes voussures qui, de leur côté, se fracturèrent; aujourd'hui encore, elles présentent leurs crêts. Plusieurs de ces dépôts furent aussi renversés; leurs fragments accumulés se sont trouvés souvent amoncelés les uns sous les autres comme des blocs de glace charriés par une rivière.

* La direction de cette ligne anticlinale, qu'on peut suivre depuis le Rheinthal jusqu'à Génève, est indiquée sur la carte géologique. On observe même deux plissements dans la Suisse orientale; il y avait donc deux voussures poussées latéralement l'une contre l'autre.

C'est ainsi que se produisirent les formes si variées de nos montagnes qui sont un des charmes de notre pays. « De même que dans un cratère on voit des précipices escarpés aboutissant à un foyer volcanique central, dit Studer dans sa Géologie de la Suisse (I, p. 165), de même on peut observer une, deux et même trois rangées de chaînes calcaires entourant les sommets granitiques de leurs couches abruptes qui atteignent parfois la région des neiges. »

Les montagnes cristallines qui sillonnent la Suisse centrale et forment les plus hauts sommets, sont comme les étais de ces formations gigantesques. Elles suivent en général la direction de l'ouest-sud-ouest à l'est-nord-est, formant non une masse continue, mais divisée en différentes parties que séparent des roches stratifiées. Studer reconnaît onze massifs centraux qui semblent avoir eu chacun leur foyer de soulèvement, mais qui ont probablement agi tous à la même époque. La masse dont se composent ces montagnes cristallines appartient à la croûte primitive de la terre; mais ce n'est qu'à une époque relativement plus rapprochée que ces montagnes surgirent pour former les gigantesques noyaux dont il s'agit. A l'époque tertiaire, nos Alpes actuelles étaient déjà un pays de montagnes (p. 329); mais il est probable qu'elles n'étaient pas élevées, car pendant la formation nummulitique et le flysch, la mer atteignait le milieu du territoire des Alpes actuelles. Le flysch marin fut relevé déjà à la fin de l'époque éocène, mais ce n'est qu'au commencement du pliocène qu'il fut porté jusqu'à 8000 pieds au-dessus de la mer; on rencontre à la Dent du Midi des dépôts marins tertiaires jusqu'à 10,940 pieds au-dessus du niveau de la mer. Ce relèvement fut donc prodigieux. Pendant que ce mouvement s'opérait dans les Alpes, le Jura se soulevait également; une grande partie de cette chaîne émergeait pendant le crétacé supérieur. Le Jura subit cependant de grandes transformations pendant l'époque pliocène: on voit en plusieurs endroits, de même que dans les Alpes, que le bord jurassique a glissé sur la mollasse. Les calcaires d'eau douce du Locle appartenant à l'époque œningienne, prouvent que ce mouvement eut lieu après cette époque. Les cal-

caires ne sont pas seulement soulevés, mais ils sont renversés et plongent vers le nord-ouest ; les couches les plus récentes semblent ainsi plus profondes que les anciennes. — Le dernier relèvement du Jura ainsi que celui des Alpes auquel il est lié, a dû se produire pendant l'époque pliocène. On ne sait s'il faut chercher le foyer du mouvement dans le Jura ou dans une pression latérale des Alpes, ainsi que l'ont admis Studer et Thurmann. Dans le dernier cas, la position horizontale des mollasses qui s'étendent des Alpes au Jura serait difficile à comprendre, car une pression latérale aussi puissante les aurait dérangées. En tous cas, la masse cristalline des montagnes de la Forêt-Noire dont nous avons déjà (p. 201) signalé l'action sur les dépôts jurassiques, a dû exercer également une grande influence sur le relèvement du Jura ; par conséquent, le Jura des cantons de Bâle, Argovie et Schaffhouse diffère beaucoup, quant au relèvement, de ceux de la Suisse occidentale.

Si nous rénnissons les différentes époques de relèvemeut et de dépression du sol de notre pays, nous obtiendrons le tableau suivant :

RELÈVEMENT	DÉPRESSION
1. Du trias au lias inférieur. 2. Du jura blanc à la fin du wealdien. 3. De la craie supérieure à l'étage aquitanien du miocène. Relèvement partiel le long des Alpes à la fin de l'époque éocène. 4. De l'helvétien jusqu'à la fin de l'œningien. 5. Relèvement des Alpes et du Jura pendant l'époque pliocène.	1. A la fin de la période carbonifère. 2. Du lias au jura brun. 3. Du valangien à la craie moyenne. A l'époque tongrienne dans le nord-ouest de la Suisse. 4. De la mollasse grise jusqu'à l'helvétien.

Nons avons vu que ces modifications dans le niveau du sol ne s'étaient pas produites subitement, mais s'étaient probablement succédé graduellement. Si l'on affirmait cependant que le dernier relèvement des Alpes s'est fait de même insensiblement, de telle sorte que si elles avaient été

habitées par les hommes, ceux-ci n'auraient rien senti, on perdrait de vue les prodigieuses dislocations qui amoncelèrent des masses de rochers à une hauteur de plusieurs milliers de pieds. On ne tiendrait aucun compte non plus des profondes crevasses qui séparent de hautes montagnes, et des énormes éboulements qui se précipitèrent dans les vallées pour y accumuler des montagnes entières. Il est fort peu probable que les montagnes du Glärnisch, de 6000 pieds de hauteur, aient glissé par un mouvement insensible sur les couches nummulitiques relativement plus jeunes, ou que la rupture du Galanda (de la chaîne des Kurfirsten-Alvier formant un remarquable demi-cercle autour des montagnes de sernifit de Glaris), se soit opérée tout tranquillement, ou bien encore que les éboulements du Glärnisch aient eu lieu sans de grandes secousses; ces éboulements formèrent les collines du Bergli et du Bürgli qui s'élèvent dans la vallée de Glaris. Après avoir cru jadis que ces bouleversements gigantesques étaient dus à une action trop rapide et trop soudaine, on tombe aujourd'hui dans l'excès contraire en supposant qu'il leur a fallu pour se produire des millions d'années, afin sans doute de pouvoir comparer ces bouleversements à ceux dont l'homme a été le témoin.

On oublie trop que les temps historiques ne constituent qu'une fort petite période de l'histoire géologique de notre globe et que ce que l'homme a vu n'est qu'une minime partie des prodigieuses révolutions que la terre a subies. L'hypothèse qui veut que les transformations géologiques se soient succédé d'une manière uniforme et sans interruption, est également à peine soutenable, car nous voyons bien plutôt que c'est après de longues périodes de repos que se sont produits les plus grands mouvements. — Ainsi, après le long espace de temps d'un tranquille développement qui caractérise la période houillère, vient la période permienne, pleine de tempêtes, et qui, dans un temps relativement court, a complétement transformé le caractère de la nature. Puis nous avons vu que la plus grande transformation qui ait eu lieu dans toute la physionomie de notre pays s'accomplit pendant la période pliocène qui fut aussi

d'une durée relativement courte. Il survint de même de grands changements dans notre pays miocène, puisque par suite de dépressions et de relèvements continentaux, ses bas-fonds furent recouverts tantôt par la mer, tantôt par l'eau douce; mais ces changements furent bien moins importants que ceux de l'époque pliocène pendant laquelle nos Alpes non-seulement reçurent leur merveilleuse configuration, mais exercèrent une pression latérale sur nos mollasses, de manière à produire tout le long de leur bord, depuis le lac de Constance jusqu'à Genève, sur une zone large de plusieurs heures, une série de collines et de montagnes qui atteignent une hauteur de 1956 mètres au Speer et de 1800 mètres au Righi. Il est cependant probable que le temps qui s'écoula entre le premier étage et le cinquième de la mollasse fut beaucoup plus long que l'époque pliocène tout entière. — Le mode de stratification de nos Alpes nous révèle que durant leur développement il y eut des époques d'un repos relatif alternant avec d'autres pendant lesquelles eurent lieu de profondes transformations.

On demandera peut-être maintenant dans quelle relation de temps ces époques géologiques sont avec l'histoire de l'homme, et s'il n'est pas possible d'exprimer au moyen de chiffres la durée des différentes périodes terrestres et la distance qui les sépare de l'époque actuelle? — Avant de répondre à cette question, nous avons à examiner quelle mesure on pourrait appliquer à ces rapports. L'homme se sert comme mesure de temps de l'espace compris entre sa naissance et sa mort; l'académicien Charles de Bär a démontré d'une manière ingénieuse et facile à comprendre quelle influence cette mesure exerce sur notre conception générale de la nature. Bär prend pour base la vie d'un homme de 80 ans (soit environ 29,000 jours); puis, il suppose que cette vie soit réduite à sa millième partie, soit 29 jours, et il admet en même temps que les pulsations s'accélèrent chez lui dans la mesure inverse et que les impressions extérieures* se

* Cette perception est déterminée par le temps qui s'écoule entre la sensation de l'impression et sa transmission à l'esprit. Des essais directs ont prouvé que chez l'homme l'impression exercée sur la rétine demande 1/6 à 1/10 de seconde pour arriver

perçoivent d'autant plus rapidement, un tel homme, dit-il, ne verrait la révolution de la lune qu'une seule fois pendant toute sa vie; il ne connaîtrait le changement des saisons que par tradition et il se pourrait que bien des générations d'hommes semblables eussent disparu depuis cette période de grand froid que nous nommons hiver. — Réduisons encore ces 29 jours à leur millième partie : la durée moyenne de la vie de l'homme serait de 40 à 42 minutes (c'est celle de plus d'un Éphémère). Le changement du jour et de la nuit lui serait inconnu, et s'il avait assez de pénétration pour remarquer que pendant sa vie le soleil s'approche un peu de l'horizon à l'ouest, il n'aurait aucune raison de croire que ce soleil se lèvera jamais à l'est. On pourrait, en sens inverse, supposer la durée de la vie de l'homme mille fois plus longue et ses impressions physiques mille fois plus lentes qu'elles ne le sont réellement, si lentes, que l'impression du jour et de la nuit disparaîtrait et que le soleil ne lui apparaîtrait plus comme une sphère, mais comme un anneau igné. On sait qu'un corps sphérique attaché à uue ficelle et animé d'un mouvement circulaire nous apparaît comme un anneau, pourvu que nous lui donnions une vitesse qui surpasse notre perception d'impressions optiques. Un être doué de raison dout la vie ne durerait qu'un jour aurait une tout autre conception de l'univers que celui qui vivrait cent ou mille ans, et par conséquent la mesure par laquelle ce dernier apprécierait l'univers serait toute différente de celle du premier. Or, la durée de la vie de l'homme comparée à celle de l'univers est d'une insignifiance extrême; nous nous en convaincrons si nous comparons les rapports du temps avec ceux de l'espace et si nous examinons les moyens que l'homme est obligé d'employer pour arriver à la notion ou du moins au pressentiment de l'immensité de ces rapports. Remarquons d'abord que la terre comparée à

au cerveau et pour y être transmise à l'esprit. La durée de ce mouvement doit exercer une grande influence sur notre conception générale du monde extérieur. Cette conception serait tout autre si ces impressions extérieures étaient transmises à notre esprit après 1 minute, 10 minutes, etc., et cela d'autant plus que la transmission des impressions formées par les vibrations de la lumière et du son qui sont constantes auraient eu une part à ce changement.

la taille de l'homme et mesurée par celle-ci est jugée très-grande, mais qu'elle est infiniment petite comparée à l'ensemble de l'univers. La distance qui nous sépare de la Chine nous paraît très-considérable, mais que sont ces quelques milliers de milles comparés aux 20 $^1/_2$ millions de milles * qui nous séparent du soleil, et des 4 $^1/_2$ billions de milles qui existent entre nous et l'étoile fixe la plus rapprochée ! ** On connaît maintenant des étoiles qui sont séparées de nous par 3 et 6 distances d'étoiles, et une quantité innombrable que la science astronomique ne peut pas atteindre et dont quelques-unes sont supposées avoir 10,000 fois la distance de l'étoile la plus rapprochée de nous. Un coup d'œil jeté sur le ciel étoilé nous fait apercevoir étoile derrière étoile jusqu'à des distances incommensurables, infinies. La planète que nous habitons n'est qu'un de ces astres. Les phases de la terre demandent à être appréciées d'après une mesure semblable à celle dont on se sert pour apprécier les rapports de distance dans l'univers ; mais, tandis que l'astronomie mathématique a trouvé le moyen d'exprimer par des chiffres les rapports de distance, au moins pour les étoiles les plus rapprochées de la terre, ces moyens manquent encore à la géologie ; et autant il est facile maintenant de déterminer la succession des diverses formations et de dire laquelle est la plus jeune, laquelle la plus ancienne, autant il est difficile d'exprimer la mesure des temps géologiques par des nombres absolus et même approximatifs. Toutes les recherches qu'on a faites jusqu'ici, soit sur les dépôts, soit sur le travail des eaux, soit sur la formation des bancs madréporiques et les oscillations du sol, pour arriver à des chiffres, n'ont abouti à aucun résultat satisfaisant, parce qu'autrefois l'activité des agents physiques pouvait être différente de ce qu'elle est aujourd'hui et qu'ainsi les mesures prises pour base sont peut-être fausses. Toujours est-il qu'on

* L'auteur se sert ici du mille allemand dont le rapport avec la lieue française est 3 : 5, c'est-à-dire que 20 1/2 millions de milles donnent 34 millions de lieues et 4 1/2 billions de milles 7 billions de lieues. (Traducteur.)

** Un homme devrait vivre 130,000 ans pour avoir 4 1/2 billions de pulsations ; ceci nous donnera peut-être une idée plus juste du chiffre immense qu'exprime une distance d'étoile.

peut affirmer qu'il s'agit de chiffres considérables. Ainsi Morlot a prétendu qu'il s'est écoulé au moins 100,000 ans depuis la formation des cônes de Clarens sur les bords du lac de Genève jusqu'à nos jours; ces débris datent de la fin de l'époque diluvienne. Cette affirmation ne repose que sur des données fort incertaines, mais cependant des faits nombreux attestent un laps de temps de plusieurs milliers d'années.

Nous avons reconnu précédemment (p. 650*) que la période diluvienne elle-même eut une durée excessivement longue, nous l'avons constaté: par le fait de l'accroissement et du retrait des glaciers, par la dispersion des blocs erratiques sur le plat pays, par la formation du lit des cours d'eau comme aussi par la distribution des plantes et des animaux. Tous ces phénomènes si variés et si remarquables ont dû prendre un temps excessivement long pour arriver seulement à la période tertiaire. En traversant l'époque très-agitée pendant laquelle nos Alpes ont acquis leur relief actuel, nous arrivons à la période miocène. Si nous considérons tout ce qui s'est passé pendant cette période depuis la formation de la mollasse marine de Bâle jusqu'à la formation d'Oeningen, quelles oscillations se sont produites dans le niveau du sol, et quelles transformations ont dû s'opérer dans toute la nature du pays, nous arriverons à la conclusion que tout cela n'a pu se faire que dans le cours de bien des milliers d'années. Mais même dans cette période, nous avons seulement une création qui, en général, a le même caractère que notre monde actuel. Si nous jetons un regard plus en arrière sur les formations du flysch et du nummulitique, sur l'époque crétacée ou la mer jurassique, sur les dépôts triasiques et carbonifères, sur les roches de transition et sur les temps primitifs où la terre était vide et déserte, notre esprit sera frappé de tableaux toujours plus étranges, et nous renonçons à calculer le nombre des années qui exprimerait la durée de ces époques, de même que nous y avons renoncé pour le firmament où les étoiles succèdent aux étoiles à des distances infinies. Quoique l'espace et le temps puissent être compa-

* P. 650, ligne 12, lire 50 ans au lieu de 500.

rés à un océan sans limites, les sphères de l'univers qui se meuvent dans cet océan éthéré sont pourtant des corps déterminés; et comme les distances, du moins pour les plus rapprochées de ces sphères, ont pu être mesurées, peut-être l'intelligence humaine découvrira-t-elle le moyen de déterminer les distances des époques qui séparent les diverses phases du développement de notre planète. Pour le moment, ces distances nous sont inconnues, et lorsqu'on parle de mille millions et de dix mille millions d'années qu'une seule des diverses phases géologiques aurait demandées pour s'accomplir, on ne réfléchit pas que ces nombres mêmes par leur immensité sont pour nous tout aussi insaisissables que les phénomènes qu'ils devraient nous expliquer.

II. INFLUENCE DES EAUX.

Les rides que nous appelons montagnes et vallées doivent leur origine en premier lieu à des mouvements dont l'impulsion venait de l'intérieur de la terre; elles furent diversement modifiées par le caractère de la croûte terrestre. Quant au développement ultérieur de ces montagnes et de ces vallées, les eaux y prirent une part considérable. Si l'on visite en été quelque grand glacier, on voit souvent tout un système de petites collines et de vallées que les eaux courantes ont formées sur la surface de la glace. Ceci nous donne une idée très-exacte de ce qui doit se passer lorsqu'un fleuve se fraie un chemin sur une surface inclinée. Sa force dépendra du degré de pente et de la masse de ses eaux. Partout où une terre ferme se produira, partout aussi les eaux entreront en activité; il en a été ainsi, sans aucun doute, pendant toutes les périodes géologiques de notre pays. Dans les âges où la mer battait de ses flots nos côtes, elle les aura constamment modifiées; mais plus tard, dans les temps pliocènes et diluviens ce furent les rivières qui travaillèrent à la configuration actuelle de notre pays. Une inspection de la carte nous montre que les chaînes de montagnes et les vallées longitudinales des Alpes provenant de relèvements suivent la direction du sud-ouest au nord-est. La direction des eaux dans ce terri-

toire fut déterminée par les vallées qui doivent leur origine aux soulèvements, et nos principaux cours d'eau, le Rhône et le Rhin, ont la même direction de Coire jusqu'à Martigny. Depuis Martigny au lac de Genève des vallées transversales coupent la chaîne des montagnes, et le Rhône en les suivant s'infléchit presqu'à angle droit, et coule ensuite vers le nord-ouest. Le Rhin suit la même direction de Coire à Sargans; mais là, au lieu de s'engager dans la grande vallée du lac de Wallenstadt, il suit la cluse du Schollberg et se dirige vers le lac de Constance. Lors même que les fleuves et les ruisseaux doivent leur direction à la stratification de nos montagnes, ils ont cependant travaillé depuis des milliers d'années à agrandir leur lit. Les Neptuniens les plus intrépides peuvent seuls soutenir que les eaux du Rhin ont elles-mêmes creusé les terribles gouffres de Roflen et de la Via Mala, et que la Linth a pratiqué toute seule la fente de rocher qui va du Pantenbruck à Thiervehd et se perd à des profondeurs vertigineuses. Ces rivières de montagnes suivant des fentes naturelles les ont, sans aucun doute, peu à peu élargies et approfondies. Dans le domaine mollassique, il n'en est pas de même. Il existe dans la Suisse centrale et orientale des ruisseaux et des rivières en grand nombre dont les lits forment un angle plus ou moins droit avec la chaîne des Alpes. Il faut observer ici que la mollasse présente des couches horizontales relevées seulement sur les bords et qu'il ne s'est produit chez elles, ou du moins dans ces mêmes couches horizontales, ni montagnes ni vallées par plissement. Celles-ci ne doivent donc leur origine qu'à des érosions qui peuvent avoir commencé déjà pendant l'époque mollassique, mais dont la majeure partie s'est formée pendant le pliocène; nous voyons, en effet, dans beaucoup d'endroits, que les couches des dernières montagnes mollassiques concordent exactement des deux côtés des vallées et ont dû former une ligne continue, quoiqu'elles soient séparées maintenant par une vallée profonde. Nous avons cherché précédemment (p. 348 et suiv., p. 555) à décrire l'aspect que devait avoir le pays après l'époque mollassique. Nous y revenons pour nous rendre compte des changements considérables qu'y apporta l'époque pliocène. Il paraîtrait qu'il faut les

attribuer principalement au grand lac d'eau douce qui couvrait alors une partie de la Suisse orientale le long des Alpes. C'est précisément dans ces localités que la mollasse fut fortement relevée; car des montagnes assez considérables (Speer et Righi) s'élèvent dans l'ancien lit du lac. Ces grandes masses d'eau s'écoulèrent sur les couches horizontales de la mollasse, prirent une direction presque perpendiculaire à la ligne de soulèvement, et, de concert avec les eaux qui venaient des Alpes (soulevées), occasionnèrent ces énormes érosions qui dépassent tellement tout ce que nous voyons aujourd'hui. Les gorges et les vallées qui sillonnent le pays mollassique ont toutes été creusées par les fleuves et les ruisseaux, et les chaînes de collines sont les débris de l'ancienne surface mollassique. C'est de la sorte que se formèrent probablement aussi les petits bassins lacustres *. Dans le nord de la Suisse, les eaux rencontrèrent les masses jurassiques, plus dures et plus élevées; elles coulèrent à leur pied jusqu'aux endroits où elles rencontrèrent les vallées latérales qui coupent la chaîne du Jura et par lesquelles elles trouvèrent un débouché. La preuve qu'en général toutes ces transformations avaient déjà eu lieu à l'époque diluvienne ressort du fait que la distribution des glaciers, leurs moraines et leurs galets suivirent les vallées actuelles. Celles-ci existaient donc déjà à cette époque, ce que, du reste, nous avons déjà

* Le professeur Desor explique par des érosions la formation de tous les lacs du domaine mollassique, non-seulement des petits, comme ceux de Greifensee et de Pfäffikon, mais aussi des grands comme ceux de Zurich, de Constance et do Genève; il les appelle tous lacs d'érosion. Mais ces érosions ne pouvant avoir lieu que là où les eaux rencontrent de fortes pentes, il faudrait supposer que le lit d'écoulement de ces lacs a été beaucoup plus profond et qu'il fut comblé plus tard. Mais tel n'est pas le cas, du moins dans la mesure exigée par la profondeur de ces lacs. Ainsi le lac de Zurich mesure dans un endroit 266 mètres de profondeur; son lit est donc à une hauteur de 142 mètres au-dessus du niveau de la mer et à 123 mètres au-dessous du niveau du Rhin à Bâle. Entre Zurich et Bâle, le Rhin coule en plus d'un endroit sur des rochers mis à nu (par exemple à la Betznau, 323 mètres au-dessus de la mer), c'est pourquoi son lit ne pouvait avoir, du moins dans ces parages, un niveau inférieur à celui d'aujourd'hui. Ce fait rend fort improbable l'hypothèse que le lac de Zurich doit son origine à une érosion; un affaissement local serait plus probable. Le mémo raisonnement s'applique également au lac de Constance et à celui de Genève. Voy. prof. Studer, De l'origine des lacs suisses. Bibl. univ. 1864.

démontré plus haut (p. 633). Le Rhin coulait également dans son lit actuel (p. 670); mais pendant le miocène, ses eaux eurent une tout autre direction, et leur débouché par l'Alsace était barré. Les érosions de la mollasse datent donc de l'époque du soulèvement des Alpes; et, comme ce mouvement ne s'est accompli que peu à peu, le courant des fleuves a dû augmenter aussi progressivement et leur force d'érosion devenir toujours plus grande. Les rapports de niveau de la Suisse furent complétement modifiés par ce phénomène imposant, et la distribution des eaux fut totalement changée, car elles reçurent leur impulsion et leur caractère du soulèvement des Alpes. Ceci fait comprendre pourquoi les vallées orographiques, c'est-à-dire les vallées déterminées par les soulèvements des montagnes se voient encore dans le domaine mollassique, et pourquoi les vallées et les bassins des lacs appartenant aux plaines et provenant d'érosions sont en rapport intime avec la direction des chaînes alpines. Lorsque les collines et les vallées eurent été formées, toutes les plaines de la Suisse furent jonchées de cailloux. Ce travail fut accompli par les glaciers, ainsi que nous l'avons vu plus haut (p. 626 et suiv.). Lorsqu'au commencement de l'époque diluvienne, les glaciers descendirent des Alpes dans les plaines, ils remplirent d'abord les vallées et les bassins lacustres. Ils formèrent ainsi un pont sur lequel les masses rocheuses qui en provenaient purent être transportées au loin. Si les bassins lacustres n'avaient pas été recouverts par les glaciers, les masses de gravier les auraient sans doute remplis, et nous ne trouverions pas ces débris aux alentours des lacs, mais bien dans leur lit. Plus tard, lorsque ces glaciers se furent retirés, l'eau devint limpide dans les bassins. C'est donc aux glaciers que nous devons la conservation de nos lacs qui forment un des principaux ornements de notre pays *. Les glaciers ont pris part d'une

* Ceci a été démontré par le prof. Escher de la Linth dans son traité sur les environs de Zurich pendant la dernière période du monde primitif, 1852. L'existence d'une formation diluvienne stratillée au-dessous des blocs erratiques a suggéré à G. de Mortillet l'idée que les bassins lacustres avaient été comblés par d'anciens débris qui, plus tard, auraient été déblayés par les glaciers (Voy. Carte des anciens glaciers du versant

autre manière à la formation de nos lacs. Ils ont abandonné par places des moraines près du lieu d'où s'écoulent les eaux dont ils ont ainsi contribué à élever le niveau. Par exemple, la Limmat traverse une moraine près de Zurich, et l'écoulement des eaux des lacs d'Iseo et de Garde a été barré par les matériaux qu'ont charriés les anciens glaciers. Nous pouvons aussi considérer comme lacs de moraines les lacs de Sempach et de Baldegg et les petits lacs de Pusiano, d'Annone et d'Alserio dans le Brianza, car leurs débouchés sont tellement entourés de débris glaciaires, qne ceux-ci sont descendus peut-être jusqu'à l'ancien lit de la rivière, qu'ils ont ainsi comblé.

Si d'une part nous sommes redevables aux glaciers de la conservation de nos lacs, d'autre part, nous leur devons, dans une certaine mesure, l'uniformité du sol de la Suisse; car ils ont comblé de nombreuses excavations par la masse de cailloux et de débris qu'ils transportaient. La fonte des glaciers dut produire des quantités énormes d'eau qui transportèrent au loin le sable et les pierres amenés par eux. Ces eaux ont contribué naturellement à élargir et à creuser le lit des rivières et des ruisseaux et elles ont pris une part essentielle à la configuration et au caractère du sol. Il est très-probable que la condensation de la vapeur d'eau était alors beaucoup plus considérable qu'aujourd'hui; il en résulterait un climat non-seulement plus froid, mais plus humide que le nôtre. C'est ainsi seulement qu'on peut comprendre la formation de si grandes

italien des Alpes, et Gastaldi et Mortillet sur la théorie de l'affouillement glaciaire), de sorte que les bassins lacustres actuels devraient leur origine aux glaciers qui auraient creusé et rendu plus profond le bassin de ces lacs. Les professeurs Ramsay et Tyndall sont allés encore plus loin, ils ont même prétendu que les vallées des Alpes seraient l'effet des glaciers déblayant leur route. Mais ces hypothèses ont contre elles l'observation que les glaciers n'attaquent nullement leur sous-sol avec autant de force (voy. p. 640). Le glacier de Rosenlaüi en fournit une preuve, car l'eau qui en découle s'est creusé un lit plus profond que le sol du glacier. Quelle puissante action d'ailleurs ne faudrait-il pas attribuer à ces glaciers, puisque le lac Majeur a une profondeur de 400 mètres environ, et celui de Côme, entre Torrigia et Côme, de 409 mètres. Ce n'est donc pas sans de bonnes raisons que MM. les professeurs Studer et Desor se sont prononcés contre cette manière de voir (De l'origine des lacs suisses. Bibl. univ. 1864).

masses de glace. Sous l'influence de ces phénomènes climatériques, la désagrégation des roches a dû se produire dans nne mesure beaucoup plus considérable que de nos jours; rien ne peut mieux nous en convaincre que les énormes amas d'éboulis qui tombèrent des hauteurs et dont les plaines sont jonchées.

La congélation de l'eau était, sans aucun doute, à l'époque diluvienne, comme aujourd'hui dans nos Alpes, un des principaux agents de la désagrégation des roches. L'eau absorbée par toutes les fissures de la roche venant à se congeler, la roche se fendille ou du moins les fissures s'agrandissent: et l'effet sera d'autant plus grand que cette succession de congélation et de dégel aura lieu plus souvent. Je suis convaincu que dans nos Hautes-Alpes, comme aussi dans l'extrême Nord, ce phénomène a une action beaucoup plus prononcée que l'érosion elle-même qui ne peut pas avoir une grande influence.

III. CLIMAT DE DIVERS AGES DU MONDE.

Les plantes et les animaux nous ont montré que le climat du monde primitif était très-différent du climat actuel et qu'il a subi de nombreuses modifications. Il fallait s'y attendre, car la constitution climatérique d'nn pays ne dépend pas seulement de sa position géographique, mais aussi de son niveau au-dessus de la mer et de la distribution des eaux marines et intérieures. Lorsque ces derniers rapports se modifient, il s'opère en même temps des changements dans le climat. Si l'on veut s'en rendre compte, il faudra connaître la configuration du pays, puis examiner si les phénomènes connus suffisent à expliquer ceux du monde primitif. Cette comparaison ne saurait être, il est vrai, qu'approximative, et ne peut s'appliquer qu'aux époques relativement rapprochées, car plus nous nous enfonçons dans le passé, plus aussi la nature de ce monde primitif diffère de celle du nôtre et moins aussi les conclusions qn'on en tire peuvent-elles être affirmatives. Ainsi, en ce qui concerne toutes les anciennes périodes depuis l'époque carbonifère jusqu'à l'époque tertiaire, on ne peut

guère dire autre chose si ce n'est que leurs plantes et leurs animaux se rapprochent beaucoup de ceux de nos zones chaudes et tropicales, autant du moins qu'on peut comparer les premiers aux seconds; mais on ne saurait conclure avec certitude ni à une élévation ni à un abaissement de la température pendant cet incommensurable espace de temps. L'époque tertiaire et surtout la période miocène nous offrent des matériaux extraordinairement riches. Ces matériaux nous donnent des réponses beaucoup plus précises et plus certaines; nous sommes entrés en de longs détails sur cette époque (p. 567 et suiv.). Nous avons vu que pendant le miocène inférieur, le climat de l'Europe centrale était plus chaud que le nôtre de 9° C., et celui du miocène supérieur de 7° C. Il y avait déjà à cette époque une répartition de chaleur zonaire, répartition qui avait manqué aux époques antérieures. Cette température élevée de notre pays miocène peut s'expliquer, du moins en partie, par la physionomie de l'Europe d'alors. En étudiant notre petite carte (fig. 154, p. 342) nous voyons une distribution différente de la terre ferme et des eaux. La mer orientale qui s'étendait jusqu'à notre pays avait une action d'autant plus réchauffante qu'elle était en communication avec l'Océan Indien par la mer Rouge, peut-être aussi par le golfe Persique. Il devait y avoir un courant d'eau chaude venant de cette mer tropicale, semblable à celui du Gulf-Stream dans l'Atlantique. Ce courant devait se diriger vers les mers du Nord, réchauffant à son passage le large bras de mer qui baignait le cœur de l'Europe; il devait, par conséquent, exercer une grande influence sur la température des pays environnants. Il devait surtout élever celle de l'hiver; c'est pourquoi le climat avait probablement de l'analogie avec celui d'une île. L'humidité du climat se trouve donc expliquée par cette situation du pays, car les mers qui l'entouraient devaient nécessairement la produire, et la terre ferme qui existait déjà devait contribuer à condenser les vapeurs de la mer et à les transformer en pluie, quoiqu'elle ne possédât pas de hautes montagnes. Le Gulf-Stream, dont les eaux prennent une température élevée dans l'Amérique tropicale, arrive sur l'ouest de l'Europe et élève de 4° C. la température de la France

occidentale à la hauteur de la Rochelle. Si nous attribuons un effet analogue sur l'Europe centrale au Gulf-Stream indien, à l'époque miocène, c'est-à-dire une augmentation de 4° C., il reste donc 5° C. dont nous n'avons pas encore l'explication.— Il faudrait expliquer, en outre, la haute température que nous avons reconnue (p. 588) à l'Islande, au Grœnland, au Spitzberg et à l'Amérique septentrionale ; car l'influence d'un Gulf-Stream asiatique ne se serait pas fait sentir dans ces parages. Il est en général impossible de combiner une répartition de la terre ferme et des eaux qui permette de déduire un climat tel que le révèlent les êtres organisés qu'on y a découverts. Quoique la distribution de la terre ferme et des mers, différente de ce qu'elle est aujourd'hui, ait eu, sans aucun doute, une influence calorifique sur le climat miocène du centre de l'Europe, il dut néanmoins y avoir une autre source de chaleur plus générale qui a exercé son action sur tout l'hémisphère nord. Nous avons donc à voir si, dans les données d'un autre ordre, on pourrait découvrir quel a été ce producteur de chaleur pour notre pays tertiaire. Nous avons émis plus haut l'hypothèse (p. 679) qu'à cette époque tertiaire un grand continent reliait l'Europe et l'Amérique ; s'il en a réellement été ainsi, il faut en tenir compte. En effet, un continent semblable devait avoir une influence considérable sur le climat de l'Europe, mais encore insuffisante pour expliquer la différence de température que nous avons signalée plus haut. Il est vrai que l'influence refroidissante d'une mer de glace ne se serait pas fait sentir, puisque celle-ci n'aurait pu envoyer ses glaçons dans l'Océan atlantique ; mais d'autre part le pouvoir calorifique du Gulf-Stream aurait été affaibli, car celui-ci n'aurait atteint que les côtes sud-ouest de la France. Il est donc probable que ces deux influences se seraient neutralisées, si l'Atlantis s'était étendu jusque sous la zone tropicale ; il aurait dû élever la température d'été de l'hémisphère septentrional, et surtout celle de l'Islande, en abaissant au contraire la température d'hiver ; mais l'hypothèse de ce continent laisse inexpliquée la température élevée du Grœnland, du Spitzberg et du nord de l'Amérique. Ainsi donc l'influence de l'Atlantis sur ces contrées-là ne suffit

à croire que la végétation forestière s'est étendue jusqu'an pôle si celui-ci était entouré de terre ferme. La différence entre la flore et la faune de cette époque et celle de nos jours doit avoir augmenté en allant de l'équateur vers les pôles.

Un abaissement de température avait déjà lieu pendant l'époque miocène (p. 582); cet abaissement continua pendant l'époque pliocène, comme cela résulte incontestablement du changement survenu dans la faune marine (p. 619). A la fin de cette époque, la température peut avoir été ce qu'elle est aujourd'hui. Pendant la période diluvienne, elle baissa de plusieurs degrés au-dessous de la température moyenne actuelle, et se maintint ainsi durant des milliers d'années. Ce fut la première époque glaciaire. La formation des charbons feuilletés qui suivit signale une nouvelle élévation dans la température de nos contrées; elle atteignit alors le point où elle est aujourd'hui chez nous. Dans le midi de la France et en Angleterre, elle semble avoir été un peu plus élevée; dans le forest-bed de la côte de Norfolk, on a trouvé les mêmes espèces de plantes que dans nos charbons feuilletés, ainsi que la même espèce de Rhinocéros (Rh. etruscus), et le même Eléphant (E. antiquus); il faut ajouter à ces derniers l'Elephas meridionalis et l'Hippopotame. A côté de ces Pachydermes, on a découvert, en grande quantité, à Grays Thurrok, dans le comté d'Essex, un Bivalve, la Cyrena fluviatilis, qui ne vit plus en Europe, mais habite encore le Nil et les rivières de l'Asie Mineure. On a trouvé dans les tufs calcaires d'Aygalades, près de Marseille, les dents de l'Elephas antiquus avec des feuilles de Laurier d'Europe et des Canaries. Dans l'île du Spitzberg, on rencontre également des traces d'une semblable période inter-glaciaire qui était un peu plus chaude *.

A cette période succéda un nouvel accroissement des glaciers, une seconde période glaciaire. Elle fut suivie d'une nouvelle élévation de

* Voir ma Flore et ma Faune du Spitzberg (p. 84). Comme l'on a souvent confondu les phénomènes de la période glaciaire avec ceux de l'inter-glaciaire, il en est résulté plusieurs erreurs.

température. Celle-ci, prise dans son ensemble, subsista jusqu'à nos jours, autant du moins qu'on peut s'en assurer en remontant dans l'histoire humaine *.

On a d'abord essayé d'expliquer ces changements frappants dans le climat par l'hypothèse d'un abaissement de la chaleur propre à la terre.

* Il est probable qu'à la première apparition de l'homme dans notre pays, le climat y était considérablement plus froid qu'aujourd'hui. Cette hypothèse repose sur l'area du Renne en Europe pendant cette époque, appelée aussi époque du Renne. On a découvert dans une station de Renne, près de Veyrier, au pied du Salève, outre des ossements, des dents et des débris de bois de Renne, les os d'une trentaine de Tetrao lagopus, des restes du Lièvre des Alpes, de la Marmotte, du Chamois, du Bouquetin, de l'Ours, du Lynx, etc. A Schussenried, près de Raveusburg, on a découvert à côté du Renne, un ratelier de Renard polaire et des Mousses de la zone boréale. Si nous nous élevons d'un échelon dans l'histoire de l'homme, nous arrivons aux habitations lacustres. Pendant la première partie de cette époque qu'on a désignée sous le nom d'*Age de la pierre*, le climat devait être déja le même qu'aujourd'hui. Cette similitude de climat nous est démontrée par des restes de plantes bien conservés. Les habitants lacustres cultivaient plusieurs sortes de blés, par exemple l'Orge, diverses espèces de Froment, parmi lesquelles nous trouvons même le Fromeut d'Égypte (Triticum turgidum), deux sortes de Millet (Panicum miliaceum et Setaria italica). Parmi les mauvaises herbes, nous voyons le Nielle (Agrostemma githago) et le Bluet (Centaurea cyanus), qui sans aucun doute habitaient les champs de Blé, tandis que le Silene cretica se mêlait au Lin. J'ai trouvé récemment plusiours fruits de cette espèce remplis de graines bien conservées dans des bottes de tiges de Lin qui ont été enterrées dans l'habitation lacustre de Robenhausen : cette espèce de Silene ne se trouve aujourd'hui que dans les pays méditerranéens où elle est fréquente dans les champs de Lin; elle nous indique aussi d'une part que les cultivateurs des habitations lacustres avaient fait venir leurs semences de Lin du midi de l'Europe, et d'autre part, qu'ayant mûri à Robenhausen, le climat de cette localité n'était pas plus froid qu'aujourd'hui. Ce fait est confirmé par la présence de plantes spontanées parmi lesquelles je citerai : l'If (Taxus), le Charme (Carpinus), le Houx (Ilex), et le Macre (Trapa). Les animaux arctiques, comme le Renne, ont disparu, et l'existence d'un gibier abondant, qui habitait alors les forêts vierges de notre pays, prouve que ce n'est pas à l'homme qu'il faut attribuer cette disparition. Du reste, la température du pays n'était probablement pas plus élevée qu'aujourd'hui, ainsi que l'atteste la présence du Pin de montagne (Pinus montana) dont la région la plus basse dans la Suisse actuelle se trouve près de la ville de Zurich. Depuis l'époque des constructions lacustres, le climat semble en général être resté le même jusqu'à nos jours. Il est vrai que des années plus froides alternent avec des années plus chaudes; cette alternance se voit même pour des séries d'années, qui produisirent ainsi un avancement ou une retraite des glaciers dans nos Alpes; mais ce ne sont que des variations inconstantes, qui, selon les expériences actuelles, ne permettent pas de conclure à des modifications profondes et séculaires dans le climat de l'Europe.

On supposait qu'à son origine la terre présentait une masse en fusion qui se serait refroidie peu à peu dans le milieu froid qui l'environnait. Il est très-probable que pendant l'époque de transition et la carbonifère, la chaleur propre de la terre exerça une grande influence sur le climat. Mais, depuis ce temps jusqu'à nos jours, il devrait s'être produit un abaissement lent et uniforme de température ; nous n'avons cependant aucun fait qui confirme cette hypothèse, car la flore et la faune de la période jurassique et même de la période crétacée ne portent pas trace d'un semblable abaissement de température. Ce n'est qu'avec l'époque miocène que la modification s'accentue ; mais, même à cet âge géologique, la zone tempérée et plus encore la zone arctique demandèrent un tel contingent de chaleur qu'il n'était pas possible de l'emprunter à la chaleur interne de la terre, car l'époque miocène, par rapport au temps, est beaucoup plus rapprochée de nous que de la période jurassique et bien plus encore que de la période houillère. Et si, depuis l'époque miocène jusqu'à la période houillère, la température s'était élevée uniformément comme elle s'élève de l'âge actuel jusqu'au miocène, elle aurait atteint dans les premières périodes géologiques une intensité telle que toute vie organique eût été impossible. Il faut encore prendre en considération qu'entre l'époque miocène et la nôtre, il y a une période glaciaire qui nous indique que pendant cette époque intermédiaire, la température était considérablement inférieure à celle de nos jours, du moins pour l'hémisphère septentrional. Si ce phénomène avait été restreint à quelques contrées, on pourrait l'expliquer, du moins partiellement, par une distribution différente des terres et des mers, et par des changements de niveau. Il est assez probable que pendant l'époque diluvienne le nord de la Russie était situé plus bas de quelques centaines de pieds, et que, par conséquent, la mer Glaciale était en connexion avec la Baltique, circonstance qui dut abaisser la température soit de cette mer, soit des pays environnants.

Le professeur Escher de la Linth a, le premier, attiré notre attention sur une seconde cause. Chaque habitant de nos montagnes sait que le

vent du midi, connu sous le nom de *fœhn*, exerce une grande influence sur la fonte des neiges. Il doit probablement son existence, du moins en partie, à des courants d'air chaud produit par les sables des déserts de l'Afrique, courants qui se dirigeraient vers le nord. — Mais à l'époque diluvienne, une partie du Sahara était submergée par la mer, comme on le voit par les animaux marins qu'on y rencontre. Ce fait devait avoir aussi une influence sur l'état climatérique de l'Europe. Charpentier et Lyell ont émis aussi l'opinion que l'envahissement de notre pays par les glaciers pouvait provenir de l'altitude plus considérable de nos montagnes et du fait qu'en général le niveau du pays entier était plus élevé qu'aujourd'hui de quelques milliers de pieds. Si toute la masse de pierres alpines qui couvre maintenant les plaines suisses pouvait être portée sur les crêtes des montagnes, celles-ci gagneraient, il est vrai, considérablement en hauteur, mais il faut se rappeler que ces masses de pierres proviennent plutôt de l'ouverture des gorges et du creusement des vallées, ce qui constitue une diminution latérale des montagnes bien plus qu'un abaissement dans leur niveau absolu. Quant à l'hypothèse d'un affaissement du pays depuis cette époque, les preuves à l'appui nous manquent. Il n'y a aucun doute qu'au niveau de la mer même la température était inférieure à ce qu'elle est aujourd'hui; on en a acquis la conviction par la découverte d'espèces de la faune arctique dans les dépôts marins de cette époque, soit en Angleterre, soit en Scandinavie et même en Sicile (p. 637). Si les phénomènes se rattachant aux glaciers avaient eu notre pays seulement pour théâtre, des explications locales pourraient peut-être suffire, mais tel n'est pas le cas. De quelque manière que nous envisagions l'ensemble de ces phénomènes, nous en retrouvons les traces non-seulement en Europe, mais aussi au Caucase, à l'Himalaya, au Liban, dans le nord de l'Amérique, et même dans la Nouvelle-Zélande. Il y a eu donc en jeu d'autres causes, et tous les phénomènes des glaciers restent une énigme pour nous, si nous cherchons à expliquer la transformation du climat par une diminution de la chaleur interne de la terre.

L'hypothèse d'un changement qui se serait produit dans le soleil lui-

même explique avec aussi peu de succès les phénomènes en question. Cette hypothèse a été défendue récemment avec beaucoup d'habileté par M. le docteur Blandet. — Il part de la donnée, avancée par Kant et Laplace, qu'à son origine le soleil n'aurait formé avec toutes les planètes qu'une seule et immense masse gazeuse dont ces planètes se seraient successivement détachées par le mouvement même qui lui aurait été imprimé. D'après cette hypothèse, le soleil aurait eu d'abord un volume beaucoup plus grand et il se serait condensé peu à peu dans le cours des temps. A l'époque où Mercure, la planète la plus rapprochée du soleil, ne s'était pas encore séparée de la masse solaire, et où celle-ci s'étendait encore jusqu'à l'orbite de Mercure, le soleil devait exercer sur la terre une tout autre influence qu'aujourd'hui, car il occupait environ un quart de l'horizon. Comme sa masse était alors beaucoup moins condensée qu'actuellement, une certaine partie de cette masse aurait émis moins de rayons, soit lumineux, soit calorifiques, que maintenant; mais ces rayons étaient plus uniformément distribués sur la terre. La zone torride, dont toutes les parties reçoivent, dans une saison donnée, les rayons solaires perpendiculairement, devait avoir une plus grande extension que de nos jours. Il en résulte que la lumière et la chaleur étaient plus uniformément distribuées sur toute la terre, et que la nuit de six mois autour des pôles n'était pas possible. La masse du soleil se serait toujours plus contractée par une condensation continue et peu à peu aurait pris le volume actuel. Cette hypothèse nous expliquerait plus d'un phénomène des premiers âges géologiques, en particulier la présence, sous les latitudes élevées, de plantes arborescentes et toujours vertes; mais pour l'admettre, il faut croire qu'une contraction lente et uniformément continue se produit dans la masse du soleil et qu'il y a par conséquent un changement lent et correspondant à tous les phénomènes qui s'y rattachent. Il est bien possible que dans les premières phases géologiques le soleil fût plus grand et se composât d'une masse moins dense qu'aujourd'hui; mais il ne faut pas perdre de vue que l'époque miocène est relativement très-rapprochée de la nôtre, si du

moins nous apprécions cette distance d'après la mesure géologique. Il est dès lors fort peu probable que pendant cette époque le soleil ait eu une dimension telle qu'on puisse en déduire les phénomènes climatériques que nous avons exposés plus haut. Il est fort peu probable également qu'à une époque où la croûte terrestre, les plantes et les animaux qui la peuplaient avaient atteint un si haut degré de développement, le soleil se soit trouvé encore dans une phase si imparfaite. Nous avons vu de plus, que depuis la période houillère jusqu'à celle de la craie, on n'a pas pu prouver de changement climatérique; tandis que depuis le miocène jusqu'au commencement de la période quaternaire, pendant un temps relativement court, un changement complet s'était opéré et que la température de l'époque glaciaire s'était même abaissée au-dessous du niveau actuel pour y revenir ensuite. L'hypothèse en question n'explique nullement ces phénomènes.

On croyait avoir trouvé une solution satisfaisante de l'énigme qui nous occupe par l'hypothèse d'un changement dans la position de la terre par rapport au soleil. M. James Croll, qui a traité le sujet dans une série de dissertations, s'appuie principalement sur les changements périodiques dans l'excentricité de l'orbite. Cette orbite, comme on sait, ne forme pas un cercle, mais bien une ellipse produite par l'influence attractive des grandes planètes sur le mouvement de la terre. Cette ellipse se meut dans des limites déterminées, dans un cercle embrassant des milliers d'années. De nos jours, l'orbite s'approche toujours plus de la forme circulaire, et dans 23,900 ans son excentricité atteindra son minimum, et l'orbite sa tendance maxima à la forme circulaire. A partir de ce moment, elle s'éloignera de nouveau peu à peu de cette forme. La distance moyenne de la terre au soleil est de 91,400,000 milles anglais. La plus grande excentricité va jusqu'à 1/13 de cette distance, tandis que la plus petite n'atteint que 1/360. A l'époque de la plus grande excentricité, la terre s'éloignerait du soleil d'environ 14,500,000 milles anglais de plus qu'à l'époque où l'orbite se rapproche le plus de la forme circulaire; cette différence est actuellement de 3,000,000 de milles. Il faut tenir

compte de ce que maintenant la terre est périhélie pendant l'hiver de l'hémisphère septentrional, tandis qu'en été elle est aphélie. Ce rapport est également soumis à un changement périodique dont le cycle embrasse 21,000 ans. Dans 10,000 ans environ, l'été de l'hémisphère septentrional coïncidera avec le temps où la terre sera périhélie, et l'hiver lorsqu'elle sera aphélie, tandis que pour l'hémisphère méridional ces rapports sont naturellement intervertis. On a donc supposé que dans les périodes où l'orbite de la terre atteignait le maximum de son excentricité et était en même temps périhélie, l'un des hémisphères avait un hiver plus court et plus chaud, et par contre un été plus long et plus froid, tandis que l'inverse avait lieu pour l'autre hémisphère, savoir : un hiver plus long et plus froid et un été plus chaud et plus court, parce que la plus grande distance du soleil devait coïncider avec l'hiver. M. Croll en conclut que pendant cet hiver long et froid il se forma une si grande quantité de glace que l'été court, quoique chaud, ne suffit pas pour la fondre entièrement, que ces glaces augmentant et s'étendant peu à peu auraient eu pour effet un abaissement de la température et que l'époque glaciaire serait le résultat de ces facteurs. Ainsi, tandis qu'un hémisphère aurait passé par une période glaciaire, l'autre, au contraire, jouissait d'un climat plus chaud et plus uniforme, d'autant plus que les courants marins qui distribuent aux latitudes élevées beaucoup de chaleur provenant de la zone torride auraient pris une autre direction par suite du changement de l'excentricité. M. Croll a déterminé l'excentricité de l'orbite pour 3,000,000 d'années en arrière, et il a trouvé ainsi trois périodes de la plus grande excentricité. La première commença il y a 2,630,000 ans et se termina il y a 2,460,000 ans. La seconde commença il y a 980,000 ans et a duré 260,000 ans; la troisième daterait d'il y a 240,000 ans et aurait pris fin il y a 80,000 ans. Pendant ces trois périodes d'excentricité la plus prononcée, l'hémisphère boréal se serait toujours trouvé dans une de ses périodes glaciaires pendant qu'il aurait eu les hivers les plus longs (à son aphélie). Durant ces périodes, l'hémisphère austral aurait joui d'un climat plus chaud. Cet état de choses aurait changé de 10,000

en 10,000 ans. A chacun de ces changements, une période plus chaude aurait succédé à une période plus froide. D'après cette hypothèse, nous aurions dû avoir non-seulement toute une série de périodes glaciaires interrompues par des périodes plus chaudes, mais aussi de longues périodes dans les âges les plus reculés pendant lesquelles le climat aurait été assez semblable à celui d'aujourd'hui. Nous pourrions même dire que ces périodes, prises dans leur ensemble, devraient être considérées comme normales, tandis que les autres, correspondant aux grandes excentricités, auraient formé les exceptions.

On peut objecter à toutes ces spéculations que nous ne connaissons pas suffisamment l'influence exercée sur l'intensité ou l'efficacité des rayons solaires par la longueur du trajet que ces rayons ont à parcourir pour parvenir à la terre. C'est à juste titre que Lyell a attiré l'attention sur le fait que, d'après les calculs de Dové, la terre est plus chaude au mois de Juin, c'est-à-dire dans la saison durant laquelle elle est le plus éloignée du soleil, qu'au mois de Décembre pendant lequel elle s'en rapproche le plus. Ce phénomène provient de la distribution des terres et des mers qui n'est pas la même pour les deux hémisphères, le boréal et l'austral; c'est pourquoi le premier a les étés plus chauds que le dernier. Ceci prouve que la répartition des terres et des mers joue dans la question du climat un rôle bien plus important que le plus ou le moins d'excentricité de l'orbite et qu'il est impossible d'attribuer à cette excentricité une influence aussi dominante.

Les plantes et les animaux que les roches nous ont conservés ne confirment nullement la théorie de M. Croll. Ce n'est que pour la période quaternaire que nous pouvons admettre une époque glaciaire interrompue par la formation d'Utznach. Quant à ce qui concerne les âges géologiques antérieurs à cette période, nous ne possédons pas de faits suffisamment constatés pour conclure dans le sens de Croll *. Nous devons

* Croll place l'époque glaciaire quaternaire (diluvienne) entre les années 240,000 et 80,000 (avant 1800) et il suppose que la période de la plus grande excentricité, qui tombe entre les années 980,000 et 720,000, correspondrait à une époque glaciaire mio-

donc convenir que les hypothèses que nous venons de discuter ne résolvent pas d'une manière satisfaisante la grande énigme que nous ont posée les plantes et les animaux du monde primitif. Il y a cependant dans ces diverses théories des faits qui méritent notre attention, car ils ont pu jouer un rôle, secondaire du moins, dans ces phénomènes si compliqués.

Peut-être la position de notre système planétaire dans l'espace céleste a-t-elle une valeur encore plus importante dans la question que nous agitons. Il y a dans le ciel, outre le soleil, des millions de corps célestes

cène; mais rien n'appuie cette hypothèse, si ce n'est, il est vrai, l'existence très-frappante de blocs étrangers à la localité qui se trouvent dans les gisements miocènes de Superga, près de Turin. Lyell penche pour le transport de ces blocs par les glaciers (Voy. Principles of Geology, I, p. 207); ce phénomène aurait eu de l'analogie avec celui des immenses glaçons qui s'avancent de nos jours encore jusqu'à Terre-Neuve. Mais la présence de ces blocs dans les gisements de Superga est un fait tellement isolé qu'il est pour le moins hasardeux de baser sur ces blocs la théorie d'une époque glaciaire miocène, d'autant plus que les roches qui encadrent ces blocs renferment des animaux marins et des plantes terrestres qui possèdent absolument le même caractère subtropical que les autres dépôts miocènes. Si, à cette époque, la contrée qui nous occupe avait eu un climat plus froid, l'effet s'en serait fait sentir sur la flore et la faune, comme cela a eu lieu pour la période glaciaire quaternaire. Croll place la troisième période de grande excentricité entre les années 2,630,000 et 2,460,000, ce qui correspondrait à la partie supérieure de l'éocène. Il suppose aussi pour cette époque une période glaciaire. Il se présente, en effet, dans cette époque, un phénomène qui pourrait peut-être confirmer cette hypothèse. Ce phénomène a été discuté p. 299. La présence dans le flysch de nombreuses localités de blocs étrangers, liée à une grande pauvreté de restes organiques est favorable à cette hypothèse, mais celle-ci ne repose pas sur des données suffisamment et scientifiquement approfondies; de plus, ces faits se prêtent à d'autres explications. Croll interprète l'absence de traces des périodes glaciaires dans les anciennes formations par des modifications du sol glaciaire dues aux érosions; celles-ci auraient détruit l'ancien sol des continents en enlevant avec lui tous les débris des périodes glaciaires. Il est vrai, sans doute, que les érosions ont produit de grandes modifications; mais l'importance n'en est pas telle que Croll se l'imagine. Les masses de plantes et d'animaux de tous les âges géologiques que nous ont conservées les dépôts de la terre ferme, renversent cette théorie. Les vastes gisements de houille, ainsi que les dépôts de lignite, si abondants dans tant de localités, et les innombrables formations lacustres d'Europe remplies de restes organiques, nous ont conservé l'ancien sol de la terre ferme. Nous y trouvons, par exemple, pour la mollasse de la Suisse, l'histoire non interrompue de la flore et de la faune de cette époque, de sorte qu'une période glaciaire ne saurait y être intercalée.

qui envoient à la terre leurs rayons lumineux et calorifiques *. Il est donc possible que les diverses régions de l'espace incommensurable possèdent des températures différentes. C'est ce que le mathématicien Poisson a démontré en rappelant que le nombre des étoiles est si grand qu'elles forment pour ainsi dire une voûte autour de nous. Nous savons aussi que le soleil et les planètes changent continuellement de position dans l'espace et que probablement il tourne avec elles autour d'un centre d'un ordre plus élevé, c'est-à-dire autour d'une étoile fixe plus grande et infiniment plus éloignée. Si donc il est permis de supposer que l'espace céleste ne jouit pas partout de la même température, nous obtiendrons une explication fort simple des phénomènes que nous avons exposés plus haut. Si nous admettons que le soleil avec ses planètes parcourait pendant l'époque miocène une partie de l'espace plus chaude que celle dans laquelle il se meut maintenant, toutes les régions de la terre auront dû participer également à cette chaleur; la zone tempérée comme la zone froide en auront subi l'influence. La conséquence devait en être une répartition plus égale de cette chaleur. Dans cette année du système planétaire, les périodes plus froides alternaient aussi avec les périodes plus chaudes; dès lors, l'époque miocène pourrait être comparée à l'été, la période glaciaire à l'hiver et l'âge géologique actuel au printemps. — Avec la période tertiaire commence dans la nature organique l'état actuel des choses, et ce n'est pas sans raison qu'on a appelé le commencement de cette période l'aurore de la création actuelle. — Elle s'annonce par un riche développement des arbres à feuillage (des plantes Dicotylédones en général) et des Mammifères. — Avec elle commence aussi la répartition zonaire de la chaleur et de la création organique. La terre et peut-être le système solaire en général passaient donc par une phase plus élevée de leur développement; ses rapports de température étaient

* D'après les recherches d'Huggins, la chaleur provenant du rayonnement des étoiles fixes n'est pas nulle pour la terre; elle peut même être mesurée. Il a obtenu sur un calorimètre construit par lui-même des preuves évidentes de la chaleur fournie par Sirius, Pollux et Arcturus.

déterminés par sa position à l'égard du soleil et par la température de l'espace céleste, tandis que sa température durant les périodes géologiques antérieures, empruntait son caractère soit à une constitution différente du soleil, soit à la chaleur propre de la terre. Il faut tenir compte également des modifications apportées, en partie par des phénomènes cosmiques, à la répartition des terres et des mers et à celle des courants marins qui en sont la conséquence; ces derniers ont sans doute exercé de tout temps une grande influence.

II. PARTIE. LA NATURE ORGANIQUE.

Tendance graduelle de la nature organique à se rapprocher de nos formes actuelles.— Perfectionnement continu dans l'organisation.— Modifications des êtres organiques selon les conditions extérieures de la vie. — Extinction et création nouvelle des espèces. — Théorie de Darwin. — Il n'y a pas une transmutation graduelle entre les espèces. — Transformation des espèces. — Epoques de création.

Le tableau que nous avons donné de la nature organique dans les divers âges du monde peut facilement faire naître l'idée qu'à chaque époque géologique il y eut une création distincte et tout à fait indépendante de la précédente, soit dans la faune soit dans la flore. Cette opinion, en effet, eut force de loi pendant longtemps; mais de nombreux et récents travaux ont démontré qu'aux limites des périodes géologiques les espèces des flores et des faunes s'enchevêtrent; c'est pourquoi ces périodes ont un caractère assez semblable à celui de nos régions de montagne, divisions que nous adoptons lorsque nous voulons en dépeindre le caractère naturel. Ainsi la limite des arbres est désignée par la limite où les arbres s'arrêtent, quoique quelques-uns la franchissent lorsque les conditions leur sont favorables. Il en est de même pour la région des neiges qui s'annonce d'abord par de nombreux lambeaux de neige isolés avant qu'on arrive aux véritables champs de névé. Telles sont aussi nos périodes géologiques sans démarcation bien tranchée. Elles ne désignent que les principales étapes d'un développement continu dont les limites

sont assignées aux époques pendant lesquelles ont eu lieu les plus grandes transformations.

Les êtres organisés des différentes périodes sont intimement liés. Nous le reconnaissons aux espèces communes à deux époques consécutives, et plus encore à la série de phénomènes qui nous montrent un tout parfaitement harmonique dans toute la nature organique depuis l'origine jusqu'à nos jours. Si l'on jette un coup d'œil sur le monde organique des différentes périodes, on sera frappé de voir qu'il a continuellement marché vers l'état de choses actuel. Plus on regarde en arrière, plus on rencontre de formes spéciales et étrangères à la création actuelle. Cependant, quoiqu'il y ait dans les anciennes formations beaucoup de types étranges, ils sont tous dans de certains rapports avec nos formes vivantes. Ils sont créés d'après le même plan que les nôtres. Ainsi donc le cadre de la nature organique embrasse aussi les plantes et les animaux des anciennes périodes, et ce n'est que le penchant de l'homme pour les choses merveilleuses et anormales qui a prêté aux animaux des anciennes périodes des formes et des caractères tout à fait en dehors de la faune actuelle. Or, les plantes et les animaux les plus anciens trouvent bien réellement leur place dans les systèmes basés sur la flore et la faune de nos jours ; quelques genres remontent même jusqu'aux périodes les plus reculées. Nous avons cité un genre de Bivalves (Lingula, p. 687) qui vivait déjà dans le cambrien de la période de transition, et nous connaissons toute une série de genres de l'époque houillère et du lias, qui sont identiques à ceux de notre époque. — Comme les aérolithes sont pour ainsi dire les messagers de sphères éloignées, messagers qui nous disent que ces sphères célestes se composent des mêmes éléments que la terre, ainsi les animaux appartenant aux époques les plus anciennes sont des messagers qui nous annoncent que de leur temps les mêmes lois présidaient à leur organisation et que les anciens types étaient identiques à ceux d'aujourd'hui. Le nombre des genres communs entre la période actuelle et les périodes précédentes augmente en raison inverse de leur ancienneté; mais leurs espèces communes ne commencent qu'avec la

période crétacée et l'éocène. Ces espèces y sont encore peu nombreuses et restreintes aux formes les moins élevées; elles deviennent cependant plus nombreuses dans le miocène; durant cette époque, les genres sont en grande partie identiques aux nôtres. Cette ressemblance des organismes de l'ancien monde avec ceux de notre temps ne se fait nullement sentir au même degré dans toutes les classes. Elle se manifeste plus rapidement chez les animaux anciens d'une organisation inférieure que chez ceux d'une organisation plus relevée et d'une date plus récente. Ainsi, d'après Ehrenberg, il y a quelques espèces de la famille très-ancienne des Rhizopodes vivant aujourd'hui qui apparurent déjà à l'époque crétacée, quoique pour le plus grand nombre des espèces tel ne soit pas le cas, tandis qu'on ne peut suivre les Mollusques au delà de l'époque tertiaire. — Les Mammifères de cette époque offrent une transformation complète non-seulement des espèces, mais encore des genres qui sont en partie éteints. Les mêmes raisons expliqueraient peut-être pourquoi les Insectes miocènes, la plupart des Blattes, des Sauterelles et des Termites, qui sont les types les plus anciens de cette classe, se rapprochent beaucoup des types vivant actuellement.

La flore et la faune de nos jours représentent l'organisation la plus élevée. Quand on parle de ressemblance entre les flores et faunes anciennes, on dit : *perfectionnement dans la constitution des êtres organisés.* En effet, on ne peut méconnaître un progrès déterminé et graduel dans leur développement. On ne connaît d'autres plantes des périodes les plus anciennes que des Cryptogames (p. 686). Dans l'époque carbonifère, ce sont les Cryptogames vasculaires qui dominent et les Gymnospermes * (Conifères et Cycadées) dans les terrains triasiques.

* Autrefois, on les réunissait aux Dicotylédones, mais elles se rattachent beaucoup plus aux Cryptogames vasculaires et forment la transition de celles-ci aux Phanérogames, ainsi que cela résulte des excellents travaux de Hoffmeister sur les caractères de leurs fleurs et de leurs ovules. Leur système ligneux a également une structure plus simple que celui des Dicotylédones, car il consiste en cellules uniformes; et leur ponctuation, à laquelle par erreur quelques auteurs ont voulu faire jouer le rôle de glandes, ne saurait être prise pour un caractère attestant une organisation plus élevée.



Les Phanérogames dicotylédones (arbres feuillus et buissons) apparaissent pour la première fois dans la période crétacée; ils atteignent leur plein développement dans la période tertiaire et jouent dès lors le rôle principal dans la végétation. A l'époque tertiaire, la classe des Apétales, la moins parfaite, occupait la première place. Les Gamopétales, qui tienent le rang le plus élevé dans l'ensemble des végétaux, n'atteignent leur plein développement que dans la création actuelle. — Il y a donc, en général, un progrès graduel depuis les types les plus simples jusqu'aux types d'une organisation plus compliquée et par conséquent plus élevée. Cette progression, nous la rencontrons aussi dans les faunes. Il est vrai que les Zoophytes, les Mollusques, les Articulés et les Vertébrés se rencontrent déjà dans la période de transition; mais la dernière division n'y est représentée que par sa classe la plus inférieure, c'est-à-dire par les Poissons. Ceux-ci même y sont encore à un degré d'organisation très-rudimentaire. Les Reptiles apparaissent pour la première fois à l'époque carbonifère et ne prennent toute leur importance que dans la période triasique et la jurassique. Les Mammifères s'annoncent dans le jura par quelques espèces qu'on pourrait appeler prophétiques; mais elles appartiennent au groupe des Marsupiaux qui ont dans l'ordre l'organisation la plus incomplète; la classe des Mammifères n'acquiert son importance que dans la période tertiaire. La période primaire serait donc caractérisée par la présence de plantes cryptogames et de Poissons; la période secondaire par celle des Gymnospermes et des Reptiles, et la période tertiaire par les Dicotylédones et les Mammifères. L'homme paraît enfin comme le couronnement de toute la création. Il s'élève par ses facultés intellectuelles au-dessus de toutes les créatures; non-seulement il acquiert par elles la connaissance des lois de la nature, mais il se les soumet jusqu'à un certain point. Il a su trouver dans les œuvres de la nature son maître suprême, son Dieu, et il porte en lui-même la conscience de sa destinée éternelle.

Nous voyons donc dans le règne végétal et dans le règne animal des diverses périodes géologiques un développement continu, d'accord avec

les lois naturelles, et partant des organismes inférieurs et simples pour arriver aux êtres les plus élevés et les mieux organisés. Depuis le jour où ce développement graduel a trouvé dans l'apparition de l'homme son terme final, aucune autre espèce n'a été créée.

Il ne faudrait cependant pas s'imaginer que ce développement progressif de la nature organique forme une simple série continue dans laquelle un chaînon fait suite à un autre chaînon, car nous savons que les animaux les plus inférieurs ne font pas suite aux plantes les plus élevées, c'est-à-dire que la nature organique ne forme pas une chaîne continue, car dans ce cas ce serait avec les animaux inférieurs que les plantes supérieures auraient le plus de rapports, ce qui n'est nullement le cas ; au contraire, les animaux uni-cellulaires se rapprochent tellement des plantes les plus simples qu'il est très-difficile de trouver la limite entre les deux règnes. Ils ont donc un point de départ commun pour ce qui concerne leurs organismes les plus simples; mais en s'éloignant de ce point, chacun des deux règnes prend une direction spéciale dans son développement, et leurs progressions respectives pourraient fort bien être comparées à un arbre qui, se ramifiant dans toutes les directions, pousserait des feuilles et des fleurs innombrables représentant la flore et la faune actuelles. La raison fondamentale de ce développement progressif que suit la nature d'après un plan déterminé doit être inné chez elle, car les éléments, étant de tout temps les mêmes, ne sont nullement modifiés, tandis que les êtres dans l'organisation desquels ils entrent, présentent de continuelles modifications et revêtent un nombre infini de formes et de manières d'être. Quoique les différences typiques chez les plantes et les animaux ne proviennent pas de causes extérieures telles que le climat et la nourriture, ces deux éléments sont cependant d'une grande importance dans ces deux séries d'êtres, car pour pouvoir vivre dans un milieu donné il faut que l'organisation des végétaux et des animaux soit appropriée à ce milieu. Dans les temps les plus reculés, lorsque la mer recouvrait encore toute la terre, les plantes et les animaux aquatiques pouvaient seuls y vivre. Mais la vie aquatique est plus incomplète que la

vie terrestre, aussi la flore et la faune aquatiques ont-elles de nos jours un degré d'organisation inférieur à celui des plantes et des animaux qui vivent sur terre ferme; c'est pourquoi les deux grands règnes organiques présentent en vivant dans l'eau leurs formes les plus simples et leur existence originaire. Lorsque la retraite de l'eau mit à sec quelques espaces de terre, de nouvelles conditions vitales se produisirent; celles-ci devaient se multiplier au fur et à mesure de l'extension de la terre ferme, de la complication de sa constitution et des modifications apportées à son état climatérique, soit par le refroidissement graduel de la croûte terrestre, soit par les changements fréquents apportés à la distribution de la terre et des eaux. Ainsi donc, plus la terre ferme augmentait, plus aussi sa constitution physique se modifiait et se compliquait. La conséquence en était une grande diversité introduite dans les conditions fondamentales du développement de la nature organique. Mais, quand par suite de ces modifications dans la croûte terrestre, la faune et la flore d'une organisation toujours plus élevée trouvèrent des conditions favorables pour prospérer, les espèces d'une organisation inférieure ne disparurent pas pour cela; elles ont même leur place dans la création actuelle, et elles ont encore aujourd'hui, comme dans les temps les plus reculés, à accomplir leur tâche déterminée. La théorie qui veut que les créations précédentes n'aient été que les premiers essais de production ou des études préliminaires en vue de productions plns élevées, c'est-à-dire de l'homme, est donc bien enfantine; en effet, ces créations étaient parfaites dans leur genre, puisqu'elles correspondaient aux conditions physiques de la terre dans ces temps reculés.

Mais pourquoi, dira-t-on, notre sphère dût-elle passer par ces phases de développement? et pourquoi dès le commencement n'est-elle pas sortie des mains du Créateur dans un état propre à recevoir les êtres les plus élevés et les plus parfaits? Pour répondre à cette question, il faudrait savoir pourquoi l'on ne trouve ici-bas aucune stabilité soit pour l'individu pris isolément, soit pour le grand ensemble du monde intellectuel et du monde physique où tout se meut et se perfectionne.

Sans aucun doute les espèces de plantes et d'animaux ont été changées à diverses époques, mais comment ces changements ont-ils été exécutés ? pourquoi les anciennes espèces se sont-elles éteintes, et comment les nouvelles ont-elles pris naissance ? Tous ces phénomènes sont encore autant d'énigmes. Nous n'avons à notre disposition que des hypothèses pour les expliquer. Une modification profonde dans les conditions fondamentales de vie aura bien pu entraîner la mort des anciennes espèces. Il est clair que par le soulèvement d'une contrée au-dessus du niveau de la mer, toute la population aquatique de cette localité aura péri et que les animaux terrestres auraient subi le même sort si le pays qu'ils habitaient s'était affaissé sous l'eau. Des espèces d'une area relativement petite se sont sans doute éteintes de cette manière et peuvent s'éteindre encore aujourd'hui *.

Mais ces perturbations n'ont jamais, paraît-il, embrassé à la fois toute la terre et, par conséquent, n'ont pu avoir pour résultat un anéantissement complet de toute la nature animée. — Si nous considérons les modifications nombreuses qu'a subies notre pays dans le cours des âges, nous verrons que depuis la période triasique jusqu'à la période diluvienne, il y a toujours eu quelque part une terre ferme où la flore et la faune ont pu prospérer. Jusqu'au commencement de l'époque miocène nous y trouvons aussi la mer dans laquelle les animaux marins vivaient parfaitement. Il est donc permis de supposer qu'aucune cause physique extérieure n'est venue, du moins jusqu'alors, apporter dans nos contrées un changement aussi radical dans la nature organique.

On pourrait admettre qu'une durée déterminée de vie a été assignée à chaque espèce comme à chaque individu, et que ces espèces disparaissent

* Ainsi une belle et grande espèce d'Helix (H. subplicata Sow.) ne se trouve plus que sur un petit rocher maritime, près de Porto-Santo, tandis qu'autrefois elle était fréquente dans cette île ; on l'y trouve dans le sable diluvien. — Si ce rocher tombait dans la mer, cette espèce disparaîtrait. Le Palmier Lodoicea sechellarum ne se trouve plus que rarement aux Séchelles ; il en est de même du Dracæna Draco dont on ne compte plus que quelques pieds à Madère et aux Canaries. Il y fructifie rarement, de sorte que cet arbre remarquable s'éteindra bientôt.

aussitôt que ce laps de temps est écoulé. Mais aussi longtemps que nous ne pourrons pas connaître la cause qui limite ainsi l'existence de l'espèce et qui est ainsi inhérente à l'espèce elle-même, cette loi restera obscure à nos yeux. Darwin, dans son célèbre ouvrage (On the origine of species by means of natural selection), s'est efforcé d'expliquer l'extinction des espèces en la combinant avec l'origine de nouvelles espèces. Darwin base son opinion sur ce fait que le nombre des individus chez les plantes et les animaux augmenterait dans une progression géométrique, tandis que cette progression n'aurait pas lieu pour leurs moyens d'existence. Par conséquent, un grand nombre de plantes et d'animaux périraient chaque année, faute de place et de nourriture. Une lutte continuelle pour leur existence serait ainsi engagée entre individus de même espèce, dont un petit nombre seulement atteindraient l'âge adulte. Lorsqu'un individu aurait eu un avantage quelconque sur les autres il prospérerait plus facilement, tandis que les plus faibles languiraient et finalement périraient. Le premier transmettrait ses avantages à sa postérité, et lorsque petit à petit ces avantages auraient été multipliés dans une direction déterminée pendant le cours des siècles on obtiendrait des individus dont les caractères s'éloigneraient considérablement de ceux de leurs ancêtres, et qui formeraient une nouvelle race. Cette race, Darwin la considère comme la souche d'une nouvelle espèce, car, dit-il, si ce développement continuait à progresser dans la même direction à travers des milliers de générations, en additionnant les déviations, quoique presqu'imperceptibles, la différence atteindrait à la fin un degré suffisant pour constituer ce que nous appelons une espèce. L'espèce mère aurait péri parce qu'elle ne pouvait pas soutenir la concurrence contre sa postérité plus vigoureuse qu'elle. Il y aurait donc eu extinction d'anciennes espèces auxquelles de nouvelles auraient succédé; cette extinction se serait produite toutes les fois que parmi les jeunes individus quelques-uns auraient réuni des caractères plus favorables à leur développement, et en les propageant, auraient fait périr dans la suite leurs cousins arriérés et moins bien doués. Mais les individus d'une

même espèce auraient pu, dans le cours des siècles, prendre des directions très-différentes, de sorte que ces formes, s'éloignant les unes des autres, donneraient enfin un groupe d'espèces qui formeraient un genre (genus). Toutes les espèces d'un genre devraient donc leur origine à une seule et même espèce, qui leur aurait ainsi servi de point de départ. Si l'on rétrogradait encore, on trouverait un même point de départ pour plusieurs genres, de sorte que les espèces d'une famille actuelle auraient une espèce mère qui leur serait commune et dont elles seraient les descendants. C'est ainsi que Darwin, remontant jusqu'aux premiers temps de la création organique, n'accepte à l'origine qu'un nombre fort restreint de types fondamentaux desquels seraient descendues toutes les espèces vivant aujourd'hui, et qui se seraient modifiées à travers des époques d'une durée incalculable. Si cette hypothèse était rigoureusement appliquée, il nous faudrait supposer que toutes les espèces ont eu un point de départ commun et que, se modifiant dans le cours des âges, elles se sont développées dans toutes les directions. Si nous pouvions embrasser d'un seul regard toutes les espèces qui ont existé, elles se confondraient toutes insensiblement, de sorte qu'on ne pourrait trouver nulle part une limite entre une espèce et la suivante. Ce que nous appelons une espèce ne serait alors autre chose que la forme apparue dans un temps déterminé et qu'on ne pourrait distinguer de l'espèce mère que parce que les formes intermédiaires sont perdues et, par conséquent, nous sont restées inconnues. Ainsi donc, si nous pouvions retrouver les membres intermédiaires des séries qui auraient réellement existé, toutes les différences d'espèces disparaîtraient. Mais comme nous voyons dans la nature des espèces bien tranchées. Darwin est obligé de supposer que nous ne connaissons qu'une fraction infiniment petite des plantes et des animaux qui existaient autrefois. Il serait pour le moins étrange que dans des séries aussi interrompues on puisse trouver matière à une succession harmonique ; c'est pourquoi les disciples de Darwin cherchent à diminuer autant que possible cette harmonie, ou simplement à la nier.

Cette hypothèse paraissant résoudre de la manière la plus simple la grande énigme de l'origine et de l'extinction des espèces, nous allons examiner si les phénomènes dont notre pays a été le théâtre et que nous avons exposés plus haut, nous autorisent à admettre une semblable explication.

Nous avons vu qu'un certain nombre d'espèces ont passé d'une période dans la suivante, et qu'il existe encore aujourd'hui 35 °/₀ des Mollusques marins miocènes (p. 527). Ceux-ci, sans aucun doute, sont les descendants d'espèces tertiaires. D'autres espèces, il est vrai, s'éloignent par des caractères plus ou moins importants des espèces de la période précédente, mais les différences sont si peu prononcées, que nous devons admettre que les anciennes ont contribué à la formation des nouvelles. Nous ne pouvons expliquer ce concours que par des rapports de parenté; les différences réelles qui existent entre elles n'étant que l'effet du temps qui les sépare. Mais d'autres plantes et d'autres animaux diffèrent complétement des faunes et des flores des époques précédentes : elles forment des types si bien délimités qu'il est impossible de leur trouver une connexion avec des espèces connues. Il arrive même que toute transition manque pour des classes entières (par exemple, les Oiseaux). Quelque difficile qu'il soit de se rendre compte de l'origine de ces types dans lesquels nous voyons de nouveaux plans de formation, il est plus convenable de les déduire de la nature organique que de chercher leur origine dans la nature inorganique. Il nous faudrait donc supposer que les grandes lacunes proviennent de l'extinction de certaines espèces qui auraient disparu sans laisser de traces. Nous partageons en effet l'opinion qu'il existe une connexion génétique dans toute la création organique, parce que cette hypothèse seule peut nous donner une idée de l'origine des espèces ; elle seule rattache cette origine à des faits connus et explicables par la nature elle-même. Mais ici se présente la seconde et importante question : Y a-t-il eu réellement une transformation des espèces, transformation très-lente, insensible et incessamment continue, uniquement due à la sélection naturelle, c'est-à-dire à la variation d'individus privi-

légiés, telle que Darwin et ses adhérents le supposent et d'après laquelle de nouvelles espèces devraient naturellement prendre encore naissance de nos jours? Les faits que nous avons exposés plus haut plaident énergiquement contre cette opinion, car non-seulement aucune espèce nouvelle n'est apparue depuis les temps historiques, mais les charbons feuilletés, qui datent d'une époque bien plus ancienne, présentent la même flore que la nôtre. Le Noisetier même y est représenté par les deux variétés qui couvrent maintenant nos collines. Une espèce d'Helix (p. 665, note) présentait dans sa coquille la même petite particularité que son descendant qui vit maintenant dans les environs de Sargans. Nous avons vu de plus que les plantes de nos Alpes sont en partie identiques à celles des latitudes élevées, et qu'elles descendent probablement du même foyer d'origine. Déjà pendant l'époque diluvienne ces végétaux possédaient des formes identiques à celles que nous rencontrons aujourd'hui dans nos Alpes et sous la zone polaire, si lointaine.

Nous avons vu plus haut que Darwin considère comme agent principal des modifications de la nature organique et de l'origine des espèces, l'influence mutuelle et la sélection des individus, mais il est évident que les espèces de nos Alpes vivent dans de tout autres conditions que les espèces alpines qui, comme nous l'avons déjà vu, se trouvent çà et là dans nos plaines, et celles-ci, de leur côté, dans d'autres conditions que leurs congénères de la zone polaire. Quoiqu'elles soient entourées d'espèces tout autres que celles de leur lieu d'origine et malgré les conditions physiques si différentes dans lesquelles elles vivent, elles sont restées les mêmes et ont conservé si strictement leurs caractères spécifiques à travers les milliers d'années et les innombrables générations qui se sont succédé, qu'il est impossible de distinguer les descendants de la flore alpine diluvienne vivant aujourd'hui dans nos Alpes, de ceux qui habitent l'Islande et le Grœnland. Les animaux marins donnent lieu aux mêmes observations; car pour les Écrevisses norwégiens qui habitent les profondeurs du golfe Quarnero, en Dalmatie, la résistance vitale a lieu dans de tout autres conditions que pour leurs congénères du Nord,

et malgré cela, ces espèces ont conservé leurs formes caractéristiques et spécifiques. Ces faits nous autorisent à affirmer que depuis l'époque diluvienne aucune espèce nouvelle n'a pris naissance. Un certain nombre d'espèces a disparu et le mélange des formes a subi de grands changements ; d'innombrables variétés qui produisent entre elles * des individus féconds se sont formés sous l'influence du climat et des diverses localités ; mais, à notre connaissance, aucun type nouveau n'est apparu. Comme avec la période tertiaire prit fin une des grandes divisions géologiques, et qu'en général elle possédait des espèces spéciales de plantes et d'animaux, la transformation de cette nature organique doit avoir eu lieu ou bien à la fin de l'époque pliocène, ou au commencement de l'époque diluvienne. Il n'y eut donc pas là une transition lente des anciennes espèces à celles d'aujourd'hui, mais bien une transformation. Les mêmes faits s'observent également dans la flore et la faune des périodes précédentes. Les mêmes espèces se maintiennent à travers de longues périodes, et offrent souvent dans toutes les parties du globe des caractères qui sont rigoureusement les mêmes ** ; si nous examinons la forma-

* Je suis complétement ici de l'avis du professeur A. de Candolle et du Dr J.-D. Hooker qu'un grand nombre de ces soi-disant espèces de notre flore actuelle ne sont que des variétés qui ne doivent leur rang d'espèces qu'à la manie toujours croissante de séparer sans raisons suffisantes ce qui devrait rester uni. Ces variétés et ces races se conservent et prospèrent surtout là où elles sont éloignées de leurs souches primitives.

** A cet égard la flore fossile de l'île aux Ours (p. 20) est très-instructive. Elle est identique dans presque toutes ses espèces avec celles des formations inférieures de la période carbonifère de l'Europe. Les espèces les plus importantes se trouvent aussi dans le grauwake du Harz et de la Silésie, quoique ces grauwakes appartiennent à l'étage supérieur du carbonifère inférieur, tandis que les gisements de l'île aux Ours font partie de l'étage le plus inférieur, et que toute la formation du calcaire houiller prenne place entre eux. Nous avons donc ici des espèces qui sont restées les mêmes pendant un laps de temps immense et dans des conditions extérieures très-différentes. La flore miocène du Spitzberg présente des faits analogues. Son Cyprès chauve est identique à l'espèce qui habite maintenant le midi des États-Unis (Taxodium distichum), quoiqu'il ait dû vivre au Spitzberg dans une tout autre société et dans d'autres conditions extérieures. J'ai fait les mêmes observations pour le Pin de montagne et pour le Sapin commun (Pinus Abies L.).

tion qui suit, mais qui appartient à une nouvelle période, elle peut bien avoir hérité de quelques espèces de la période précédente, mais la plupart présentent des différences qui frappent aussitôt, car elles ont un cachet entièrement nouveau. En un mot, nous voyons que les couches qui séparent deux périodes peuvent bien avoir quelques espèces communes, mais nous n'y remarquons aucune forme qui attesterait une fusion quelconque entre les espèces. Les nouvelles formes contrastent avec les anciennes autant qu'une monnaie neuve avec celle qui est déjà usée. Les nouvelles espèces, sous l'influence de divers climats et de diverses localités, peuvent présenter de nombreuses modifications qu'on appelle *des variétés*, et lorsque ces modifications sont plus prononcées, elles portent le nom de *races*, mais elles produisent toujours par leurs croisements des individus féconds, tandis que les vrais bâtards ne le sont pas ordinairement. Quoiqu'une espèce puisse prendre diverses formes, celles-ci ne franchissent pas le cercle qui leur est assigné, et l'espèce garde avec une merveilleuse ténacité son caractère fondamental à travers des milliers d'années, d'innombrables générations, et sous les influences physiques les plus diverses. Nous constatons dans la nature beaucoup moins une tendance à la fusion des espèces qu'une force à conserver les caractères spécifiques. Ceci est démontré par la tendance qu'ont les plantes cultivées et les animaux domestiques à retourner à leurs formes originaires et spontanées. L'infécondité des bâtards entre espèces atteste la même tendance *. De plus, les animaux offrent, non-seulement dans leur

* Le professeur M. Wagner, en combattant la théorie de Darwin, a fait valoir avec beaucoup de justesse que, dans l'état sauvage des plantes et des animaux, le croisement continuel des variétés que les espèces peuvent présenter devrait toujours tendre à en effacer les déviations. Un mélange sans entraves de sexes de tous les individus d'une même espèce produira toujours l'uniformité, et ramènera à la forme-type les variétés dont les caractères ne seraient pas devenus fixes pendant toute une série de générations; c'est ce que prouvent les Chevaux, les Bœufs et les Chiens revenus à l'état sauvage (Wagner, Die Darwinische Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen, p. 26). Dans la domesticité ou la culture artificielle, la tendance à revenir à l'état primitif se trouve entravée par l'influence de l'homme; mais à l'état spontané, la sélection naturelle ne saurait en aucune manière remplacer cette influence, puisque la

constitution physique, mais aussi dans leurs instincts une ténacité qui est décisive pour la question. Cette inaltérabilité * démontre mieux que

sélection est purement accidentelle et qu'elle est rendue inefficace par les croisements continuels. — (Citons encore le travail consciencieux du professeur Joh. Huber : La théorie de Darwin). Ces conditions sont modifiées pour ce qui concerne les individus isolés, c'est pourquoi M. Wagner attribue une grande importance à la séparation des individus du lieu d'origine de leurs espèces mères et, par conséquent, à la formation de colonies isolées; il considère même cette formation de colonies comme la cause principale de la création de nouvelles espèces, et il oppose ainsi sa théorie de séparation à la théorie de sélection de Darwin. Il est très-probable, en effet, que diverses modifications des formes-types sont devenues constantes de cette manière et que des formes dites locales se sont produites; mais nous ne pouvons pas attribuer à ces changements de localité des modifications assez profondes pour expliquer ainsi toute la richesse de formes de la création. Les colonies de plantes et d'animaux alpins sur les hauteurs du plateau de la Suisse, la présence des mêmes espèces sous les latitudes arctiques et dans les Alpes, l'area immense des plantes miocènes et de la période houillère et le progrès dans la constitution de la nature organique s'opposent à l'application de cette théorie.

* Les penchants innés des animaux se manifestent uniformément par une impulsion interne qu'on appelle l'instinct. Cet instinct est incompréhensible et nous émerveille. Nous ne pouvons pas nous expliquer d'où vient l'impulsion qui conduit les Moucherons et les Phryganées à déposer leurs œufs dans l'eau, élément qui ferait périr promptement ces animaux à l'état adulte s'ils venaient à y tomber, tandis que leur progéniture s'y développe, et ne le quitte qu'après avoir subi ses métamorphoses. Nous ne savons pas comment chaque papillon trouve l'espèce de plante dont sa chenille doit se nourrir, et sur laquelle il dépose ses œufs, car lui-même tire sa subsistance des sécrétions nectarifères de tout autres plantes, et depuis son état de chenille, état dans lequel il habitait telle ou telle espèce de plante, il a subi une transformation complète. Nous ne comprenons pas d'où vient l'instinct qui pousse les Crabes, dans le temps où ils habitent la terre ferme, à quitter subitement les forêts et à faire de longs voyages jusqu'à la mer pour y déposer leurs œufs. Pourquoi beaucoup d'espèces d'Oiseaux entreprennent-elles leurs migrations d'automne pour les pays méridionaux à une époque où elles trouveraient encore une nourriture abondante chez nous? Il y a dans la nature animée des milliers de phénomènes semblables qui sont des merveilles pour nous, parce que nous ne connaissons pas leurs rapports intimes. S'il est impossible de démontrer que les animaux des anciennes périodes géologiques aient eu les mêmes instincts que ceux de nos jours qui leur sont homologues, quoique le fait soit très-probable, nous pouvons du moins démontrer combien il est probable que les instincts des espèces vivant actuellement se sont conservés depuis l'époque diluvienne aussi facilement que leurs caractères physiques. En effet, les Insectes d'Angleterre ont eu sans doute le même centre d'origine que ceux de la Suisse, puisque les espèces de sa faune sont identiques à celles de la nôtre. La mer forme maintenant une barrière infranchissable qui ne permet pas à ces espèces de se mêler; c'est pourquoi on est généralement

toute autre chose que leurs instincts ne sont pas le résultat d'une imitation, mais sont innés chez eux et leur ont été donnés par le Créateur. Si l'instinct était le résultat d'une éducation, comme Darwin s'efforce de le démontrer, il serait en même temps perfectible, et il faudrait s'attendre,

d'accord à admettre qu'à l'époque diluvienne il y a eu continuité de terre ferme entre le continent et l'Angleterre; ce qui explique l'identité de la flore et de la faune anglaises avec celles des côtes marines. Cette immigration eut lieu dans la première partie de l'époque diluvienne, car les plantes et les animaux des côtes de Norfolk sont identiques à ceux du continent (p. 618). Supposons que l'Angleterre se trouve depuis cent mille ans séparée du continent par la mer; Darwin et Lyell trouveront certainement ce chiffre plutôt trop faible que trop élevé. La faune d'Angleterre a donc eu depuis ce temps-là un développement tout à fait indépendant de celle du continent: malgré cela, les espèces anglaises montrent absolument les mêmes instincts que leurs congénères continentaux. — Les Frélons et les Guèpes y construisent leurs cellules avec le même art et de la même manière que chez nous. Nous voyons le même fait se produire chez les Bourdons, les Abeilles, les Fourmis et mille autres Insectes. Darwin croit cependant avoir observé que la Formica sanguinea d'Angleterre tient moins d'esclaves que la même Fourmi en Suisse, et que, par conséquent, la Fourmi anglaise prend une plus grande part à l'ouvrage. Mais ce sont là des différences insignifiantes qui se modifient suivant les saisons et les Fourmilières, car Darwin raconte lui-même avoir observé une Fourmilière qui avait plus d'esclaves et qui les faisait travailler aussi en dehors de ses constructions. Notre espèce a donc, en général, en Angleterre exactement les mêmes mœurs que chez nous, savoir : les ouvrières portent les esclaves avec leurs pinces lorsqu'elles émigrent, elles travaillent avec les esclaves à la construction d'une nouvelle demeure, visitent les Aphis pour leur enlever le miel en procédant de la même manière pour atteindre ce but. Les Fourmis glissent leurs antennes par-dessus l'abdomen des Aphis et excitent ainsi chez ces Phytoptères la sécrétion du liquide sucré. Elles se font également aider par leurs esclaves pour la nutrition des jeunes. Telles sont les mœurs de ces Fourmis, toujours les mêmes depuis une centaine de mille ans, car si les ancêtres communs de ces congénères anglais et suisses n'avaient pas eu les mêmes instincts que leur postérité actuelle, il serait difficile d'expliquer d'où vient que l'espèce habitant l'Angleterre offre exactement les mêmes mœurs que celle qui habite la Suisse, et que dans un espace de temps aussi long leurs instincts se sont développés parfaitement de la même manière dans les deux pays, si elle ne les partageait pas déjà à leur origine. Nous voyons d'autre part que peu de siècles ont suffi à faire du peuple anglais une nation très-distincte des autres nations, soit par sa langue, soit par ses mœurs, soit aussi par l'architecture de ses demeures, etc. Quel abîme sépare l'Anglais d'aujourd'hui de celui qui habitait cette île à l'âge de pierre! tandis que les Fourmis qui y ont immigré bien avant se meuvent encore dans la même ornière qu'autrefois. — Ces observations s'appliquent aussi aux Insectes de la Suède. — Tout ce que l'excellent M. de Geer dit de l'économie des Insectes de ce pays est entièrement en harmonie avec ce que nous savons des nôtres.

au moins pour les Insectes qui sont doués des instincts les plus merveilleux, à des changements d'autant plus rapides que leurs individus ont une existence très-limitée et qu'ils sont assujettis à des transformations annuelles. Nous avons vu que dans le développement historique du règne végétal et animal il y a évidemment une marche progressive qui part d'êtres d'une organisation très-simple pour arriver à ceux d'une organisation plus élevée. Cette progression n'est pas d'accord avec la théorie de la sélection, car d'après celle-ci les caractères les plus favorables à l'existence l'emporteraient sur les autres. Mais ces principes d'utilité qui forment le nœud vital de la théorie de Darwin n'ont aucun rapport avec la progression dans l'organisation, ainsi que le professeur Nægeli l'a fait ressortir d'une manière convaincante. Il serait difficile de comprendre comment par cette voie, et sans direction déterminée vers la progression, les plantes et les animaux unicellulaires qu'on prend pour les souches mères auraient pu aboutir aux êtres d'une si haute organisation. Les mêmes difficultés surgissent quant à la question de savoir pourquoi, dans le règne végétal comme dans le règne animal, la nature ne s'est pas contentée de ne douer ces êtres que du strict nécessaire pour la conservation de la vie, au lieu de les orner d'une manière si variée *.

* Un calice simple, uniforme et vert, aurait été une protection suffisante pour les plantes en ce qui concerne la fécondation et la formation de leurs semences; au lieu de cela nous remarquons dans les fleurs une diversité merveilleuse de corolle, ainsi que de formes, de couleur et de grandeur. Darwin a voulu expliquer ce fait par la supposition que la couleur et la grandeur des fleurs attirent les Insectes qui, par le transport du pollen, favorisent la fertilisation. Les plantes à couleurs éclatantes produiraient ainsi plus de semences et, par conséquent, supplanteraient peu à peu les autres. Un botaniste dont la sagacité, du reste, est reconnue, a même soutenu en adoptant ces idées que tout le bel ornement des fleurs disparaîtrait peu à peu, et que toutes les plantes n'auraient plus que de petites fleurs vertes si la classe des Insectes venait à manquer. — L'erreur d'une semblable proposition est démontrée par ce qui se passe sous la zone arctique et dans les hautes chaînes de nos Alpes; les Insectes dits Antophiles y manquent complétement (au Spitzberg) ou s'y trouvent en si petit nombre que leur influence sur les fleurs doit être très-restreinte.— La couleur des fleurs devrait donc y faire défaut, car il n'y a aucun doute qu'au Spitzberg, où il n'y a pas d'Insectes fréquentant les fleurs, l'état de choses actuel se maintient depuis l'époque diluvienne. Les

Tous ces faits plaident contre une transformation lente et uniformément continue des espèces, et il en ressort que la transformation de la nature organique s'est produite dans un temps relativement restreint. Les nouvelles espèces gardaient inaltérable leur caractère à travers des milliers d'années. Le temps durant lequel les espèces ont gardé avec persistance leurs formes déterminées a donc été plus long que le temps de leur transformation. — J'ai choisi, pour désigner ce phénomène, l'expression de *refonte des espèces* * qui a un tout autre sens que le mot de : transmutation employé par Darwin. Cette expression n'implique pas une

faits d'ailleurs prouvent justement le contraire : en effet, les plantes des hautes Alpes se distinguent de celles de la plaine par leurs fleurs dont les couleurs sont relativement plus vives et les dimensions plus grandes. — Le Spitzberg possède également en assez grand nombre ces végétaux à belles fleurs. — La même remarque peut être faite sur la flore de Novaja-Semlja. On a oublié que les Insectes sont fort peu attirés par la forme, par la couleur ou la grandeur des fleurs, mais presque uniquement par le miel qu'elles renferment, car c'est principalement le sens de l'odorat et non les yeux qui les dirige et les conduit vers les fleurs. Ce sont les plantes aux fleurs les plus petites et les moins voyantes, telles que celles du Saule, de l'Érable, du Tilleul, qui sont le plus recherchées par les Abeilles, tandis que les plantes aux fleurs éclatantes, telles que la Tulipe, ne sont pas visitées par elles. Les Saules comptent un grand nombre d'espèces; mais malgré les visites asssidues que leur font les Insectes, aucune de ces espèces n'est parvenue à entourer ses fleurs même d'un calice vert. Les Tilleuls doivent également se contenter d'une petite corolle blanchâtre. Chaque éleveur d'Abeilles sait que la douce odeur du miel seul les attire, c'est pourquoi elles se dirigent en masses vers les raffineries de sucre situées même à de grandes distances et y périssent souvent en grand nombre. Elles flairent le miel là même où elles ne peuvent le voir et cherchent par tous les moyens à s'en emparer. On a introduit depuis quelques années dans nos jardins une nouvelle espèce de Dauphinelle (Delphinium macranthum). L'éperon de cette plante est trop long pour que la trompe des Bourdons puisse en atteindre le miel qui se trouve au fond. Les Bourdons font simplement dans cet organe un trou par lequel ils passent leur trompe ; ils atteignent ainsi leur but. J'ai observé depuis deux ans, dans le Jardin botanique, que tous les Bourdons se procurent le miel de cette espèce de Dauphinelle par des trous pratiqués comme je viens de le dire, tandis que d'autres Insectes à trompe plus longue, tels que le Macroglossa stellatarum l'enfonce par la voie ordinaire de la corolle.

* Voy. la Flore tertiaire de la Suisse, III, p. 256, 1859, ainsi que les recherches sur le climat et la végétation du pays tertiaire, p. 56. Le prof. Suess (Sur la différence et la succession de la faune tertiaire dans les environs de Vienne, Rapport des séances de l'Acad. de Vienne, mai 1863) et le prof. Kölliker (Théorie de Darwin sur la création, Leipzig, 1864) se sont prononcés dans le même sens.

fusion insensible des espèces, qui est contraire aux résultats des recherches scientifiques ; elle a de plus l'avantage de ne pas empiéter sur les prérogatives des géologues qui prétendent avoir à leur disposition des millions de millions d'années. Nous sommes encore dans une obscurité complète relativement aux conditions fondamentales de cette transformation des types. Nous trouvons cependant quelques indications sur ce point dans les transformations que subissent de nombreuses espèces d'animaux. Nous savons que la plupart des Insectes n'atteignent leur état parfait qu'après avoir passé par une métamorphose. — L'œuf produit la chenille, celle-ci la nymphe, de laquelle sort enfin le papillon. La chenille, dans sa conformation physique, diffère complétement du papillon; de même le ver de la mouche et la larve du coléoptère. Si nous ne savions pas que ces diverses formes ne représentent que les phases de développement du même Insecte, nous les introduirions sans doute dans diverses classes d'animaux. Il y a aussi un certain nombre d'animaux inférieurs chez lesquels les individus jeunes correspondent aux larves et aux chenilles et se subdivisent pour se multiplier, de sorte qu'une seule larve produit toute une famille d'individus qui diffèrent de ceux qui ont atteint le plus haut degré de leur développement, à peu près comme la chenille diffère du papillon. — L'espèce s'est donc subdivisée en plusieurs formes qui ne proviennent pas d'une transition lente mais bien d'une transformation subite. Ce phénomène, qu'on nomme changement régénératif, nous rappelle, du moins sous ce rapport, la transformation que nous avons appelée la refonte des espèces. On pourrait donc admettre que plus d'une espèce de notre époque revêtait dans les périodes précédentes des formes qui seraient à la forme actuelle ce que la larve est à l'animal parfait. En effet, beaucoup d'espèces d'anciennes périodes peuvent être comparées aux larves ou à l'état embryonnaire * d'espèces vivant actuellement. Mais ce

* Les Comatules sont pédicellées dans leur jeunesse, et ressemblent dans cet état aux Encrines des époques anciennes. Beaucoup de Poissons de ces époques ont quelques caractères communs avec les embryons de quelques Poissons de nos jours. Quelques Mammifères tertiaires possèdent, d'après les recherches récentes de Rutimeyer

qu'il ne faut pas perdre de vue, c'est que d'un autre côté la refonte des espèces diffère beaucoup du changement régénératif (de la métamorphose), car dans celui-ci tous les individus arrivés au dernier degré de développement prennent la forme assignée à l'animal parfait, et ne reçoivent leurs organes sexuels que dans cette dernière phase. Toute la série des formes revient finalement dans cette métamorphose au point de départ, de sorte que l'espèce se meut toujours dans le même cercle, tandis que la création d'espèces nouvelles se meut dans une spirale pour arriver à des points tout nouveaux de développement. — Lors même que ces espèces nouvelles doivent leur origine à des espèces qui leur ressemblent, elles ne retourneront pas aux espèces dont elles proviennent, et conserveront à travers des milliers et même des centaines de milliers d'années leurs caractères typiques bien déterminés qu'ils ont obtenus par leur régénération. L'origine des formes est donc encore pour nous un secret, une énigme à l'explication de laquelle nous pouvons bien exercer nos talents divinatoires, mais qui n'a trouvé sa solution pleine et entière ni dans les phénomènes connus de la nature, ni dans l'application des lois physiques qu'on a constatées jusqu'ici.

Nous avons vu plus haut que la transformation de la croûte terrestre ne suivait pas une marche uniforme, mais que de longues périodes d'un calme relatif furent suivies de grandes révolutions (page 704). Le même phénomène se retrouve dans les évolutions de la nature organique, et, ce qui est d'une haute importance, ces deux catégories de phénomènes sont en connexion. — Nous avons vu qu'à l'époque pliocène notre pays acquit sa configuration actuelle et que la chaîne du Caucase et celle de l'Himalaya furent relevées en même temps. Cette révolution a dû par conséquent embrasser une grande partie de notre globe. La transformation de la nature organique eut lieu au commencement de l'époque diluvienne qui suivit immédiatement; dès lors elle porta son cachet actuel. La remarquable formation du flysch, presque dépourvue d'animaux, le relève-

une grande analogie par leur système dentaire avec celui des dents de lait de quelques espèces vivantes.

ment qui eut lieu entre la période jurassique et celle de la craie, et l'époque orageuse du permien qui termine la période houillère, accusent des phénomènes du même genre. Il y a donc eu des temps pendant lesquels ces transformations s'exerçaient sur de vastes étendues; elles s'opérèrent assez rapidement, et amenèrent des changements plus généraux et plus prononcés. Il y eut des temps de création pendant lesquels s'accomplit une refonte des types organiques, et une époque primitive pendant laquelle les premières espèces prirent naissance. Lors même que nous supposons ces espèces extrêmement simples, nous devons cependant admettre pour elles un acte de création, acte sans exemple de nos jours, puisqu'aujourd'hui les plantes et les animaux tout à fait inférieurs proviennent d'espèces déjà existantes. En désignant ces temps de création par le nom de printemps géologique, nous voulons simplement faire allusion à la succession des saisons qui nous rappelle la grande loi de périodicité, laquelle a peut-être aussi trouvé son application dans ces phénomènes de renouvellement de la nature organique. Mais cette loi se meut dans un cercle tellement vaste que nous ne pouvons en apprécier ni la grandeur ni la portée. Il nous est encore impossible de déterminer avec certitude ces époques de création. Les limites de nos principales périodes géologiques nous indiquent bien quelques grands renouvellements dans la création, mais il se produisit aussi de grandes transformations *pendant* ces périodes, et nous ne sommes pas encore en état d'en apprécier l'importance. Il nous est, par exemple, impossible pour le moment de trancher la question des changements subis par la faune durant les différents étages jurassiques et crétacés. Proviennent-ils de nouvelles créations, ou sont-ils la conséquence d'immigration de foyers différents? Cependant, plus nos connaissances sur la nature organique fossile augmenteront, mieux nous saurons apprécier quelle influence de transformation organique il faut attribuer aux causes locales et aux causes périodiques.

Un coup d'œil rétrospectif sur la flore et la faune des différentes périodes géologiques nous dévoile tout une série de phénomènes grandioses : un acheminement continu à la création actuelle, un progrès graduel dans

l'organisation des êtres animés, une merveilleuse coïncidence des transformations dans la croûte terrestre avec le développement de la nature organique, la naissance et l'extinction des espèces se succédant à de grands intervalles. Ce sont des phénomènes qui trahissent dans le développement de la nature un tout harmonique et grandiose basé sur un même plan et une même idée préconçue. Il est vrai que nous ne connaissons encore que les assises de cet immense édifice, mais plus le monde primitif nous dévoilera ses merveilles, plus cet édifice gagnera en grandeur et en richesse, et plus aussi les lacunes que présente la création actuelle se combleront, en même temps que les diverses parties s'uniront plus intimement en un ensemble harmonique. — Mais quelque grand que soit cet édifice de la création, il ne peut être apprécié dans sa magnificence que par les intelligences aptes à le juger. Un exemple rendra ceci plus clair. Prenons une symphonie de Beethoven; l'artiste musical en comprendra seul le sens; pour lui chaque note aura sa signification, et de ces diverses notes liées ensemble il jaillira une harmonie incomparable. Telle est aussi la nature. Les phénomènes, pris isolément, n'apparaissent dans leur vrai sens, comme les notes détachées, que lorsqu'on sait les réunir et apprécier leur ensemble. Ce n'est que par le rapprochement des faits isolés que nous nous formerons une idée de la grandeur de la création. C'est par ce rapprochement que notre âme entrevoit l'harmonie de la nature, harmonie qui, de même que sa sœur dans le domaine des sons, nous élève au-dessus du monde physique et produit dans notre âme le pressentiment d'une intelligence divine qui dirige tout ce qui est, comme elle a dirigé tout ce qui a été. Chacun prendrait sans doute pour un idiot celui qui prétendrait que les notes de cette symphonie ne sont que des points jetés par hasard sur le papier. Mais il me semble que ceux-là ne sont pas moins insensés qui ne voient qu'un jeu de hasard dans l'harmonie bien plus merveilleuse de la création. Plus nous avançons dans la connaissance de la nature, plus aussi est profonde notre conviction que la croyance en un Créateur tout puissant et en une Sagesse divine qui a créé le ciel et la terre selon un plan éternel et pré-

conçu peut seule résoudre les énigmes de la nature comme celles de la vie humaine !

Ce n'est pas le cœur humain seul qui atteste l'existence de Dieu, c'est aussi la nature. Lorsque nous contemplons à ce point de vue la merveilleuse histoire géologique de notre pays dans sa flore et sa faune, c'est alors seulement qu'elle nous apparaît dans sa vraie lumière et nous offre les jouissances les plus élevées.

TABLE

DES

NOMS DE PLANTES ET D'ANIMAUX

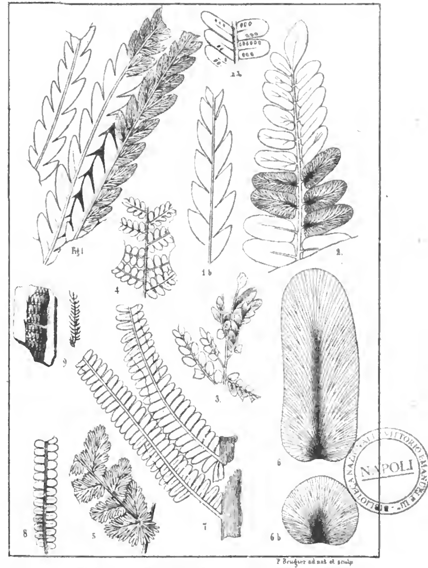
CITÉS DANS CE VOLUME

C

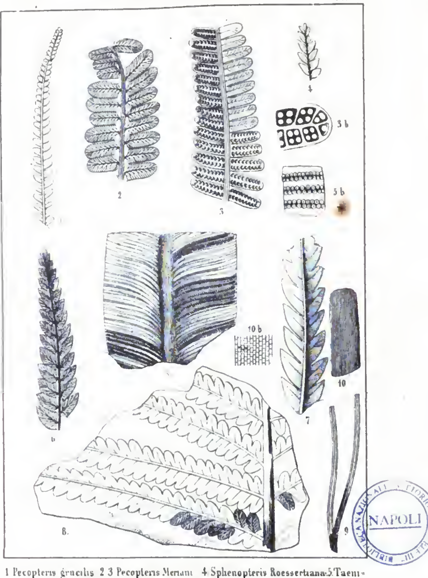
H



N

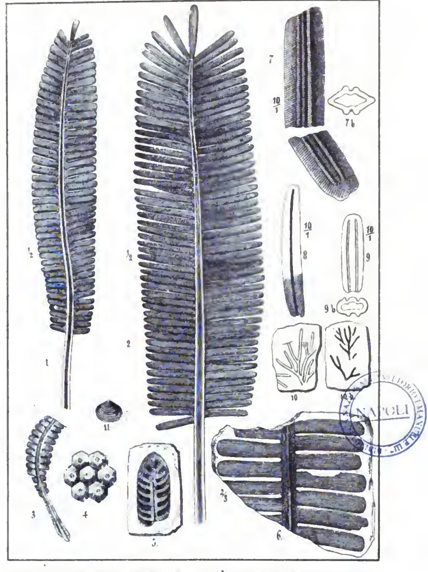


1 Odontopteris Brardii. 2 Neuropteris flexuosa. 3. Neuropteris microphylla. 4 Sphenopteris irregularis. 5 Sphenopteris acutiloba. 6 Cyclopteris auriculata. 7 Pecopteris cyathea. 8 Pecopteris arborescens. 9 Calamites Saussurii.

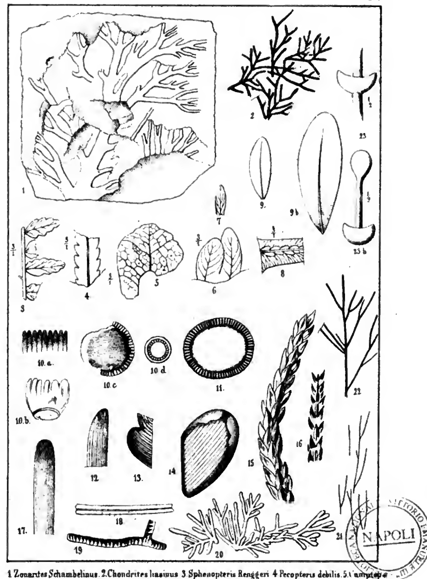


1 Pecopteris gracilis. 2. 3 Pecopteris Meriani. 4 Sphenopteris Roessertiana. 5 Taeniopteris marantacea. 6 Neuropteris Rutimeyeri. 7 Pecopteris triasica. 8 Pecopteris augusta. 9 Sclerophyllina furcata. 10 Clathrophyllum Meriani.

PLANTES DU KEUPER. Pl III.



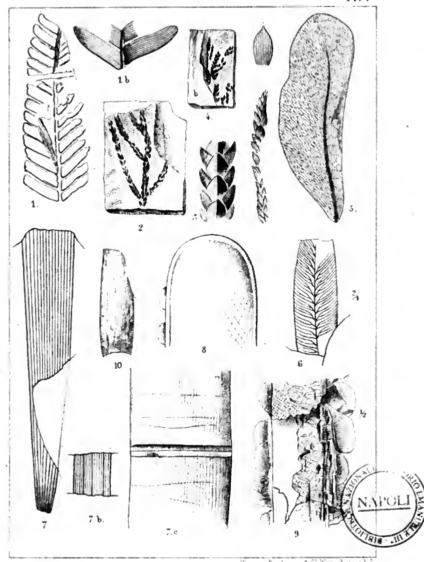
1 Pterophyllum brevipenne. 2 Pterophyllum Jaegeri. 3 Pterophyllum Meriani. 4.5.6. Pterophyllum longifolium. 7 Bactryllium striolatum. 8 Bactryllium Schmidii. 9 Bactryllium canaliculatum. 10 Chondrites prodromus. 11 Estheria minuta.



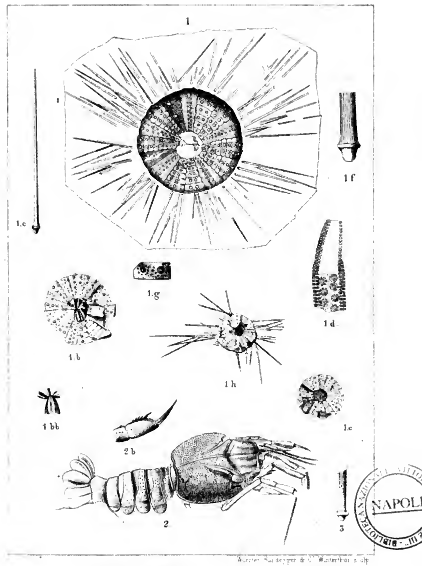
1 Zonarites Schambelinus. 2. Chondrites liasinus 3 Sphenopteris Renggeri 4 Pecopteris debilis. 5. Camptopteris Nilssoni 6 Pecopteris arcinervis 7 Pecopteris deperdita. 8. Phlebopteris polypodioides. 9. Sagenopteris gracilis 10. 11. Equisetum liasinum 12 Pterophyllum Hartigianum? 13. 14 Nilssonia Kirchneriana? 15 Araucarites peregrinus. 16. Thuites fallax. 17. Zosterites tenue-striatus. 18. Cyperites protogaeus. 19. Münsteria antiqua. 20. Chondrites bollensis. 21. Chondrites Padellae. 22. Chondrites filiformis 23 Fucoides Moeschii.

PLANTES DU LIAS.

Pl. V

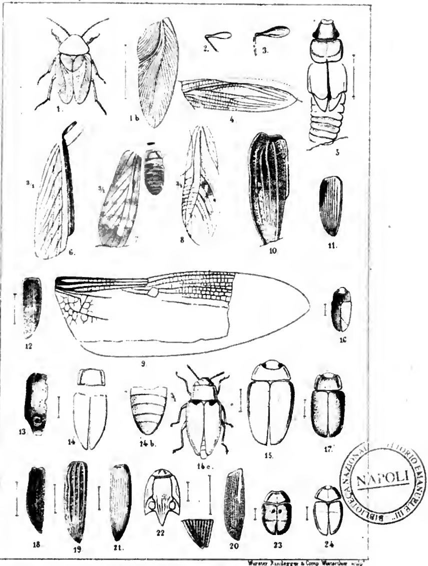


1 Zamites gracilis. 2 3. Thuites fallax, 4 Widdringtonites liasicus. 5 Sagenopteris Charpentieri. 6. Pecopteris osmundoides 7 Bambusium liasinum 8 9 Cycadites procerus. 10 Pterophyllum acutifolium ?



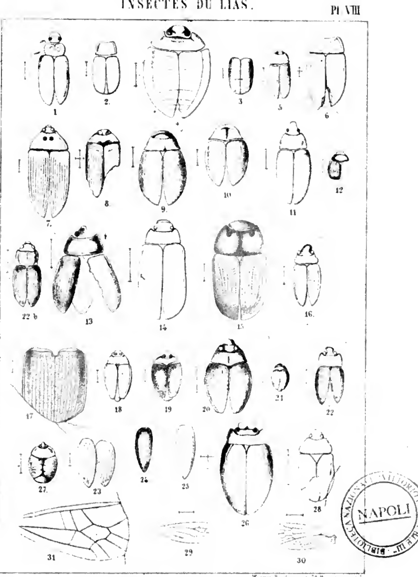
Wurster Randegger & Cᵉ Winterthur lith.

1. Diademopsis Heeri Mer. 2 Glyphea Heeri Opp. 3 Cidaris psilonoti Qu.



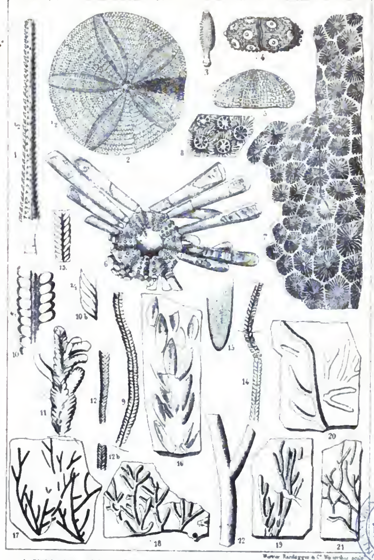
Wurster Randegger & Comp Winterthur sculp.

1. Blattina formosa 2. 3. Gomphocerites Bucklandi 4. Acridites deperditus. 5. Baseopsis forficulina 6. Calotermes plagiatus 7. C. maculatus 8. Clathrotermes signatus 9. Aeschna Hageni. 10. Euchroma liasina. 11. Buprestites Lyellii 12. Glaphyroptera Gehreti 13. Gl. insignis 14. Gl. gracilis 15. Gl. brevicollis. 16. Micranthaxia rediviva. 17. M. bella 18. Melanophila sculptilis 19. M. costata 20. Bothynophora elegans 21. Elaterites vetustus 22. Megacentrus tristis 23. Strongylites stygius. 24. St. morio

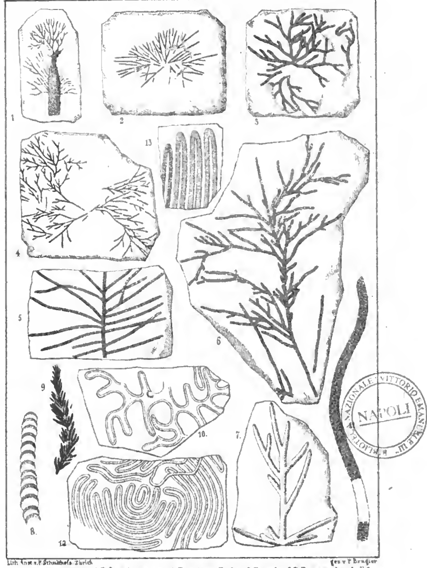


Wurster Randegger & Cie Winterthur sculp.

1 Latridutes Schaumu 2 3 Nitidulites argoviensis 4 Cycloderma deplanatum 5 Bellingera laticollis 6 B ovalis 7 Prototoma striata 8 Trixagites floralis 9 Byrrhidium arcuatum 10 B morio 11 Cistelites nuigus 12 Petrorophus truncatus 13 Chrysomelites prodromus 14 Eumolpites liberatus. 15 Aphodites protogaeus 16 Sitonites melanarius. 17 Thurmannia punctulata 18 Gyrinus atavus. 19 Gyrinites troglodytes 20 G antiquus 21 G minimus 22 Carabites bellus 22 b C harpalinus 23 Hydrobiites veteranus 24 Hydrophilites stygius 25 H Acheronitis 26 Wollastonites ovalis 27. Cyclocoris pinguis 28 Protocoris insignis 29 Cercopidium minutum 30. C morio. 31. Palaeomyrmex prodromus

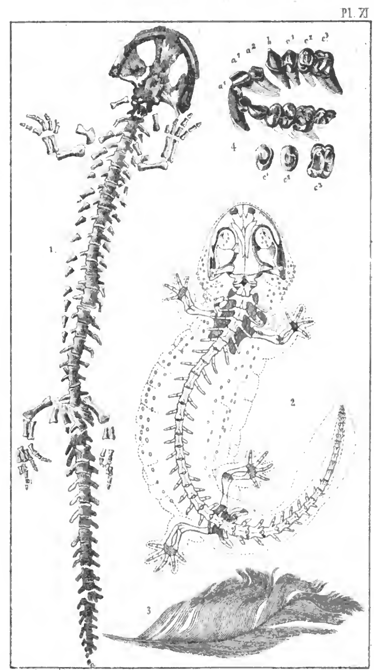


1 Rhabdocidaris nobilis 2 Clypeus sinuatus 3 4 Cidaris coronata 5 Holectypus depressus 6 Hemicidaris crenularis 7 Isastraea helianthoides 8 Stylina castellum 9 10 Gyrochorte vermicularis 11 G ramosa 12 G. comosa 15.16 Araucarites Meriani 17 Chondrites aemulus 18 19 Nulliporites hechingensis 20 N. argoviensis 21 N. angustus 22 Cylindrites Langii



Lith. Anst. v. F. Schulthess Zürich — gez. v. F. Brugier

1. 2. Chondrites intricatus 3. Ch. Targionii expansus 4. Ch. intricatus Fischeri 5. Ch. patulus 6. Ch. Targionii arbuscula F. O. 7. Ch. inclinatus 8. Münsteria annulata 9. Caulerpites filiformis 10. Palaeodictyon singulare 11. Halymenites lumbricoides. 12. 13. Helminthoida labyrinthica.



Lith v F Schulthess.

1 Andrias Scheuchzeri 2 Andrias japonicus 3 Plume 4 Hylobates antiquus

